



Etudes glaciaires, géographiques et botaniques dans le massif des Grandes Rousses - Alpes françaises

G. Flusin, C. Jacob, J. Offner

► To cite this version:

G. Flusin, C. Jacob, J. Offner. Etudes glaciaires, géographiques et botaniques dans le massif des Grandes Rousses - Alpes françaises. 1909. insu-00668727

HAL Id: insu-00668727

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00668727>

Submitted on 10 Feb 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etudes Glaciaires *Géographiques et Botaniques*

DANS LE

MASSIF DES GRANDES ROUSSES

RAPPORT

SUR LES CAMPAGNES DE 1905 ET 1906

Par MM. G. FLUSIN, C. JACOB, J. OFFNER

Préparateurs à l'Université de Grenoble

INTRODUCTION

Les observations consignées dans ce nouveau mémoire consacré aux glaciers des Alpes du Dauphiné ont été recueillies au cours des deux campagnes de 1905 et 1906, dont l'objectif principal fut d'étudier aussi complètement que possible, au point de vue glaciologique, le Massif des Grandes Rousses.

Plusieurs raisons ont déterminé le choix de cette région montagneuse, dont les sommets ne sont pas parmi les plus élevés, ni les surfaces glacées parmi les plus étendues des Alpes dauphinoises, mais qui n'en offre pas moins un grand intérêt.

Tout d'abord, sur les différents versants de l'arête qui forme la partie centrale et culminante des Rousses, les champs de neige présentent toutes les orientations possibles. De plus, le massif est isolé; il constitue un ensemble homogène, bien individualisé par les profondes dépressions qui l'entourent. Et, sinon à l'époque actuelle, puisque les glaciers sont aujourd'hui cantonnés sur les pentes voisines de la crête principale et ont le type assez spécial de glaciers de plateau, du moins aux périodes antérieures, les bassins de réception des Rousses ont alimenté

des glaciers simples, dont les différentes extensions peuvent assez bien se démêler à la périphérie du massif et sont susceptibles de jeter une vive lumière sur l'histoire des vallées avoisinantes. Enfin, quoique d'accès facile, la région des Grandes Rousses était certainement, au point de vue glaciaire, l'une des moins étudiées des Alpes françaises; tout au plus, dans les vingt dernières années, avait-on placé quelques repères sur les fronts des glaciers, dont, ainsi qu'on le verra, l'observation a été peu suivie et n'a pas encore donné de résultats bien précis.

Les recherches ont été poursuivies en collaboration par MM. G. Flusin, Ch. Jacob et J. Offner, auxquels s'était adjoint, pour les opérations topographiques, M. Lafay, conducteur des Ponts et Chaussées.

En outre des opérations courantes, le travail principal a été de recueillir les éléments de la carte glaciaire au 10/000^e que l'on trouvera annexée à ce mémoire.

On n'a pas oublié l'accueil bienveillant fait par le public spécial, en particulier par la Société de Géographie, à un essai de cette nature paru en 1906 sur le Glacier Noir et sur le Glacier Blanc dans le Massif du Pelvoux. Depuis, l'un de nous, M. G. Flusin, au cours d'une mission effectuée en compagnie de M. Bernard, inspecteur des Forêts, dans le Tirol autrichien, a pu suivre, pendant quelques jours, les travaux glaciaires de MM. Hess et Blümcke sur le Hintereisferner et voir tout le parti que tirent ces savants particulièrement autorisés au point de vue glaciologique d'une carte précise à grande échelle.

Faute de l'existence antérieure d'un document de ce genre, un levé topographique détaillé est la première besogne qui s'impose à un glaciériste et permet d'établir la vraie base de toutes recherches ultérieures.

On l'a si bien compris en France que, dans tous les massifs montagneux, les travaux récents s'orientent, au moins provisoirement, dans un sens topographique.

Entreprises ainsi, les études glaciaires deviennent malheureusement longues et coûteuses, ainsi que nous le disions déjà en 1905; et, pour ce qui concerne le Dauphiné, elles ne pouvaient plus être menées à bien simplement avec les contributions financières des sociétés alpines et des particuliers qui, au début et très généreusement, ont aidé à mettre en observation, d'une manière sommaire, les glaciers des Alpes françaises.

Il nous a donc été indispensable de faire appel une nouvelle fois au concours de l'Etat, démarche qui nous a été singulièrement facilitée par la bienveillance que nous avons rencontrée au Ministère de l'Agriculture auprès de M. Dabat, Directeur de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles. Pour revêtir un caractère plus particulièrement scientifique, les études glaciaires ne sont cependant pas indifférentes au point de vue pratique; comme on l'a déjà maintes fois fait observer, la connaissance des réserves glacées accumulées dans les montagnes, de leur volume, des lois qui régissent leurs mouvements et leurs variations, intéresse à la fois l'Agriculture et l'Industrie, puisque c'est, en définitive, de ces réserves glacées que provient l'alimentation la plus régulière des torrents qui descendent des hautes régions. C'est ce qu'a fort bien compris M. Dabat, qui suit avec une compétence particulière tout ce qui touche au régime des cours d'eau de notre pays et a obtenu les crédits nécessaires pour nos recherches.

M. de la Brosse, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé d'une mission d'étude dans les Alpes françaises, poursuit des travaux qui voisinent les nôtres et veut bien s'associer à nos entreprises; depuis quelques années, nous entretenons avec lui des rapports constants, qui l'ont amené plusieurs fois à nous visiter au cours de nos séjours en haute montagne; il s'est fait, de plus, notre interprète particulièrement autorisé auprès des milieux officiels et nous lui devons une bonne part des appuis qui nous ont encouragés.

M. Ch. Rabot, dont on connaît les beaux travaux personnels sur les glaciers scandinaves et sur les périodes de variations des glaciers, est depuis longtemps l'un de nos conseillers les plus sûrs et les plus dévoués.

En nommant en tête de cette étude MM. Dabat, de la Brosse et Ch. Rabot, nous ne faisons que nous acquitter respectueusement d'une dette de reconnaissance. Leur appui efficace pouvait seul nous permettre d'exécuter le travail que nous publions aujourd'hui.

Au point de vue topographique, M. H. Vallot a bien voulu, dans une correspondance suivie avec l'un de nous, nous prodiguer ses conseils particuliers et M. Helbronner distraire à notre profit, du colossal travail géodésique qu'il a entrepris dans les Alpes françaises, les coordonnées géographiques des points sur lesquels nous avons appuyé notre levé topographique.

Dans le milieu grenoblois, nous avons trouvé, comme toujours, le meilleur accueil auprès de M. H. Duhamel, à qui nous devons quelques renseignements intéressants. M. H. Ferrand, M. Rivière et M. Oddoux nous ont fourni des clichés qui nous ont été particulièrement utiles et dont quelques-uns sont reproduits dans ce travail.

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer ici, à nos collaborateurs parisiens et grenoblois, nos sentiments de bien vive gratitude.

Dans les lignes qui suivent, on trouvera tout d'abord, après un Index Bibliographique des ouvrages consultés relativement au Massif des Grandes Rousses, une Notice Topographique sur les procédés employés pour le lever et la rédaction de la carte au 1/10.000^e qui accompagne le mémoire.

Un chapitre géographique suivra et sera justifié, dans un autre chapitre spécial, par un aperçu géologique. Cette étude géographique avait été amorcée dans de bons articles scientifiques ou alpinistes dus en particulier à M. P. Termier, à MM. Paillon et à M. H. Ferrand. Elle restait à faire, néanmoins, au point de vue topographique et glaciaire; et nous avons été amené, après une étude directe et détaillée des lieux, dont la Carte de l'Etat-Major ne donne souvent qu'une représentation imparfaite, à reprendre une description orographique et hydrographique du Massif des Grandes Rousses.

Une note de géographie botanique sur les hautes régions des Rousses fera l'objet d'un nouveau chapitre.

Viendront ensuite une série de notices consacrées à la description détaillée de tous les bassins hydrographiques du Massif, considérés non seulement avec leurs parties actuellement glacées, mais aussi dans leurs régions plus externes.

Les notes concernant les différentes mesures effectuées au cours des deux cam-

pagnes, telles que repérage des fronts, altitude de la ligne de névés, température des torrents glaciaires, etc., seront consignées dans un article spécial.

Deux nouveaux chapitres seront consacrés, l'un à ce que l'on peut appeler l'histoire récente ou contemporaine des glaciers des Rousses, l'autre à leur histoire ancienne ou géologique.

Sur le terrain, les opérations topographiques et autres ont été effectuées dans la plus étroite collaboration par MM. Flusin, Jacob et Offner, assistés de M. Lafay pour les visées tachéométriques.

Pour le travail de laboratoire, M. Flusin s'est chargé, sur le canevas planimétrique et altimétrique fourni par M. Lafay, de la rédaction proprement dite de la carte, c'est-à-dire du figuré des parties rocheuses et du tracé des courbes de niveau. Il a, en outre, rédigé dans le mémoire la Notice Topographique et les pages qui concernent les mesures glaciaires : limite des neiges et lignes de névés, température des torrents, etc.

Le chapitre de géographie botanique est dû à M. Offner.

M. Jacob, enfin, a élaboré tout le reste du mémoire, en coordonnant les documents recueillis au cours des deux campagnes de 1905 et de 1906 et au cours de quelques excursions personnelles avec ce qui avait été publié antérieurement sur le Massif des Grandes Rousses.

C. J.

BIBLIOGRAPHIE

I — BIBLIOGRAPHIE GÉOGRAPHIQUE ET GLACIAIRE

J. BAYLE. — Les Grandes Rousses (Oisans). Grenoble, 1880.

W.-A.-B. COOLIDGE, H. DUHAMEL ET F. PERRIN. — Guide du Haut Dauphiné. Grenoble, 1887, Massif des Rousses, p. 223 à 284.

W.-A.-B. COOLIDGE, H. DUHAMEL AND F. PERRIN. — The Central Alps of the Dauphiny. Second edition. Londres 1905. The Grandes Rousses Group., p. 1 à 15.

DAUSSE. — Essai sur la forme et la constitution de la Chaîne des Rousses en Oisans. *Mémoire de la Société géologique de France*, t. II, 2^e partie, 1834.

P. ENGELBACH. — Le Massif de la Cochette. *Revue alpine lyonnaise*, 1900, p. 297-314, avec une esquisse au 1/50.000^e.

H. FERRAND. — Le Massif des Rousses. *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, n° VIII, 1882, p. 199.

P. GIRARDIN. — Rapport sur les observations glaciaires en Haute Maurienne, dans les Grandes Rousses et l'Oisans dans l'été de 1902. *Annuaire du Club Alpin Français*, 29^e vol., 1902, p. 379 à 383.

CH. JACOB. — Rapport préliminaire sur les travaux glaciaires en Dauphiné pendant l'été 1905. *La Géographie*, t. XIII. Paris, 1906, p. 437-442.

— Etudes récentes sur les Glaciers du Dauphiné, 1903-1907. Communication faite le 28 juillet 1908 au IX^e Congrès international de géographie de Genève. *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, n° 33, 1907, p. 129 à 139.

W. KILIAN ET G. FLUSIN. — Observations sur les variations des Glaciers et l'enneigement dans les Alpes Dauphinoises. Grenoble, 1900.

CH. LORY. — Description géologique du Dauphiné, 1^{re} partie, 1860. Chaîne des Rousses, p. 193.

J. OFFNER. — Quinze jours dans les Grandes Rousses. *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, n° 31, 1905, p. 75 à 93.

M. PAILLON. — Article Massif des Grandes Rousses. *Dictionnaire géographique Joanne*, p. 3983.

P. TERMIER. — Le Massif des Grandes Rousses. *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France*, n° 40, 1894.

II — BIBLIOGRAPHIE BOTANIQUE

- JULLIEN, DÉRIEUX, L'ABBÉ BAYLE. — Les guides de l'Oisans ou sept jours à travers les Alpes du Dauphiné. *Impartial dauphinois*, août 1876, sous la signature de l'abbé Bayle.
- J. COLLET. — De Grenoble à Briançon par l'Etendard, l'Aiguille du Goléon, la Brèche de la Meije et le Col de la Grande-Ruine. *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, 1882, VIII, p. 159. Grenoble, 1883.
- D^r SAINT-LAGER. — Catalogue des plantes vasculaires de la flore du Bassin du Rhône. Lyon, 1883.
- GASTON BONNIER. — Note sur la distribution des plantes aux environs du Bourg-d'Oisans (Isère). *Bulletin de la Société botanique de France*, 1884, XXI, p. 287.
- ABBÉ RAVAUD. — Guide du botaniste dans le Dauphiné, 12^e Excursion comprenant les Montagnes de l'Oisans. Grenoble, X. Drevet, s. d. [1891].
- ABBÉ CARIOT ET D^r SAINT-LAGER. — Flore descriptive du Bassin moyen du Rhône et de la Loire, 8^e édit. Lyon, 1897.

NOTICE TOPOGRAPHIQUE

Comme annexe à ce mémoire, figure une carte au 1/10.000 des glaciers du massif des Grandes Rousses et la présente notice a pour objet de préciser les conditions dans lesquelles nous avons procédé à ce travail topographique.

Tout d'abord, les éléments et matériaux nécessaires à la rédaction de la carte ont été recueillis au cours des campagnes de 1905 et de 1906.

La campagne de 1905 a embrassé une période de 15 jours, du 2 au 17 août inclus; en défalquant les journées de voyages ou de repos forcé, par suite du mauvais temps, nous n'avons pu disposer que de 9 jours de travail effectif, pendant lesquels nous avons mis en étude les glaciers des Quirliès, de Saint Sorlin, des Malatres et les parties inférieure et moyenne du glacier du Grand Sablat. Un violent orage, suivi d'une abondante chute de neige, nous a contraints d'abandonner le levé du glacier de Sarennes, dont nous avons abordé la langue terminale à la fin de la campagne; ce levé a été repris l'année suivante.

En 1906, nous avons consacré au massif des Grandes Rousses une période de 11 jours, du 10 au 21 août inclus; pour les mêmes raisons qu'en 1905, nous n'avons à compter que 7 jours de travail effectif, au cours desquels nous avons mis en étude les glaciers des Rousses, de Sarennes, de la Barbarate et de la Cochette.

C'est donc, en somme, à une durée utilisée de 16 jours de travail que correspondent, non seulement le levé topographique dont nous nous occupons ici, mais encore les observations et opérations glaciologiques proprement dites, dont on trouvera plus loin les résultats.

Notre caravane était composée de MM. G. Flusin, Ch. Jacob, J. Offner et C. Lafay, avec quatre guides et porteurs, savoir : en 1905, Célestin Bernard, de Valjouffrey; Michel père, d'Allemont; Alex, de Saint-Jean-d'Arves, et Veyrat, de Clavans; en 1906, Eugène Estienne, de Vallouise; Ginet fils, Albert Michel et Olivier, d'Allemont.

Tous ceux qui ont opéré dans les hautes altitudes savent avec quelles difficultés de tous ordres on se trouve aux prises pour accomplir, dans ces régions, un travail régulier et productif. Et c'est seulement, on nous permettra de le dire, au prix d'efforts soutenus et de fatigues parfois assez vives que nous avons pu remplir la plus grande partie du programme que nous nous étions tracé; nous avons cherché à fournir un maximum de travail dans un minimum de temps, sans sacrifier, pour autant, la précision des opérations, et nous ne pensons pas avoir obtenu un trop mauvais rendement. Nous avons, d'ailleurs, été efficacement secondés par nos équipes de guides et notamment par Eugène Estienne et Célestin Bernard, qui sont devenus pour nous des collaborateurs précieux et des compagnons dévoués.

Le travail topographique, qui a eu pour but l'établissement de la carte des glaciers des Grandes Rousses, a compris deux stades distincts : 1^o opérations sur le

terrain, se subdivisant en levés tachéométriques et levés photographiques; 2° travail de bureau, comportant l'exécution du canevas tachéométrique, la restitution photographique et la rédaction de la carte.

Sur le terrain, M. Lafay, qui effectuait les visées tachéométriques, a été assisté indistinctement par MM. Flusin, Jacob et Offner qui tenaient le carnet de croquis, dirigeaient les caravanes porte-mire et allaient choisir l'emplacement des stations. Au point de vue photographique, MM. Flusin et Jacob ont pris un grand nombre de vues stéréoscopiques, dont l'emploi, pour le figuré de détail, s'est montré très recommandable; en outre, M. Flusin a utilisé un appareil 13×18 approprié pour recueillir les clichés nécessaires à la restitution photographique.

Dans le travail de bureau, M. Lafay s'est chargé des calculs planimétriques et altimétriques, du placement des points trigonométriques et du report des points tachéométriques sur la feuille de projection; M. Flusin s'est occupé ensuite des opérations de restitution photographique et de la rédaction de la carte.

Mais avant de donner, sur ces divers points, quelques explications destinées à faire connaître les conditions dans lesquelles nous avons opéré, nous avons à cœur de prier MM. Henri Vallot et P. Helbronner d'agréer l'expression de notre bien vive gratitude.

C'est à M. Henri Vallot que nous devons les perfectionnements apportés à notre ancienne manière de procéder. Parler de sa haute compétence en matière de topographie constituerait presque une inconvenance. Il nous suffira de dire que les conseils, qu'il a bien voulu, avec une complaisance inépuisable, prodiguer à l'un de nous, constituent un véritable cours de topographie alpine appliquée aux levés glaciaires; M. Vallot a même dû imaginer, à notre intention, un procédé original de compensation, qu'il nous a permis de faire connaître et que l'on trouvera plus loin.

De même, sans le concours de M. P. Helbronner, nous aurions été dans l'impossibilité de mener à bien notre travail topographique, qu'il eût été inutile d'entreprendre en l'absence de données trigonométriques assez nombreuses et assez précises pour constituer un canevas d'ensemble. Ces valeurs trigonométriques, M. Helbronner seul pouvait nous les fournir. Et ce n'est point seulement de la communication même de ces données que nous tenons à le remercier ici, c'est bien plus encore de l'obligeance dévouée avec laquelle il a consenti, à plusieurs reprises, à interrompre ses calculs en cours pour nous calculer les coordonnées des points géodésiques dont nous avions besoin.

CANEVAS TRIGONOMÉTRIQUE

Notre levé topographique est appuyé sur le réseau de triangulation de M. Helbronner. Mais, étant donné l'état d'avancement des calculs de M. Helbronner à l'époque de la rédaction de notre levé, les nombreux points trigonométriques nécessaires à l'établissement du canevas d'ensemble n'ont pu être tous définis par coordonnées.

Seules, les coordonnées des signaux suivants nous ont été fournies, après avoir été calculées spécialement à notre intention :

Rocher Blanc des Sept-Laux, Signal D. G. — H.
Goléon, Signal D. G.
Signal de Villard Reculas, Signal H.
Signal de l'Homme Sud, Signal H (entourant la croix).
Signal de Rif Tord Sud, Signal H.
Signal de Rif Tord Nord, Signal H (actuellement démoli).
Pic de l'Elendard, Signal Ouest.
Grand Pic de Belledonne, Signal.
Rochers Rissiou Pic Gros-Coissy, Signal.
Signal des Petites Rousses, Signal H.
Pic du Mas de la Grave, Signal H.

Les autres points, dont la nomenclature suit, ont été placés par construction graphique de triangles, dont M. Helbronner nous a communiqué les éléments, en nous donnant, pour chaque point, un côté de vérification.

Cime du Petit Sauvage, Signal.
Cime du Grand Sauvage, Signal.
Mont Savoyat, Signal.
Contrefort Est Pic Bayle (Râteau des Rousses), Rocher culminant.
Pic Bayle, Signal au Sud de l'arête sommitale.
Contrefort Sud-Est Mont Savoyat (point 2958 E. M. F.), Rocher.
Mont Péaiaux (point 2857 E. M. F.).
Arête septentrionale du Grand Sauvage, Signal.
Cime de la Barbarate Sud (point 3204 Engelbach), Sol rocheux.
Cime de la Barbarate Nord (point 3183 Engelbach), Signal.
Cime de la Cochette Ouest (point 3177 Engelbach), Sol rocheux.
Cime de la Cochette Est (point 3170 Engelbach), Sol rocheux.
Aiguille de Laisse, Sol rocheux.
Dôme de la Cochette, Signal.
Roc de la Balme, Signal.
Les Parons, Aiguille Rousse (point 2890 E. M. F.).
Pic de la Pyramide, Signal.
Pic du Lac Blanc, Sol rocheux.
Sommet de Sarennes (point 3135 E. M. F.), Sol rocheux.
Château Noir (point 2939 E. M. F.), Sol rocheux.
Refuge de la Fare, arête du Toit, Extrémité Nord.
Pont Rouge, sur la Romanche, Repère de nivellement.
Signal du Lac de la Fare, Signal H.
Aiguillettes, Sommet Sud-Est, Signal H.
Col du Couard, Signal H.
Signal à l'Ouest du Lac de Balme Rousse, Signal H.

OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Levé tachéométrique. — Nous avons utilisé, dans nos opérations topographiques, le tachéomètre Sanguet, à l'aide duquel, de stations convenablement choisies, nous relevions, à la mire-stadia, les points qui nous étaient donnés par deux caravanes porte-mire rayonnant autour de l'instrument.

Nos stations tachéométriques, au nombre de 56, sont presque toutes situées sur le sol rocheux ou sur des délaissés morainiques; leur emplacement a été marqué par une croix à la peinture rouge, accompagnée du numéro d'ordre de la station. Lorsque l'installation de l'instrument sur la neige ou la glace était inévitable, nous avons employé l'artifice qui nous a été indiqué par les glaciéristes allemands, MM. Hess et Blümcke. Il consiste à creuser au piolet trois trous, profonds de 0 m. 20 environ, dans lesquels on loge les trois pointes du pied et qu'on remplit ensuite de débris de glace fortement tassés; dans ces conditions, la stabilité de l'instrument est notablement améliorée et la raison s'en comprend aisément.

Les stations tachéométriques étaient reliées les unes aux autres par cheminement goniométrique non décliné, les angles étant mesurés par répétitions. Concurrément avec ce mode classique de cheminement, nous avons employé l'intersection et le recoupement, par des visées sur toutes les autres stations simultanément visibles. De plus, nous avons, pour ainsi dire, compris dans notre polygone de cheminement des points géodésiques Helbronner, toutes les fois qu'il nous a été possible de le faire sans perte de temps; c'est ainsi que certaines de nos stations sont très voisines des signaux du Col du Couard, du Lac de Balme Rousse, du Lac du Milieu, du Pic de la Pyramide et du Pic du Lac Blanc.

Disons de suite que, pour obéir à des exigences d'ordre pratique sur lesquelles nous n'insisterons pas, nous avons dû nous résoudre, trop souvent, à prendre nos stations assez éloignées l'une de l'autre et à terminer notre cheminement en cul-de-sac¹. Voici comment nous avons essayé de remédier à ces inconvénients.

De chaque station, nous avons pratiqué des visées sur les signaux Helbronner en nombre et en position convenables pour pouvoir effectuer ensuite le relèvement graphique de la station, conformément à la méthode définie par M. H. Vallot. Nous avons ainsi déterminé chacune de nos stations par deux procédés distincts :

1° Par le cheminement, auquel nous avons joint l'intersection et le recoupement, nous nous sommes rapprochés, en quelque sorte, de la forme d'un canevas triangulé et nous avons obtenu des groupes de stations reliées les unes aux autres;

2° Le relèvement sur les signaux Helbronner nous a donné les mêmes stations, mais indépendantes les unes des autres.

Nous verrons plus loin comment cette double série de mesures a été utilisée, à l'aide d'un procédé de compensation graphique que nous a suggéré M. H. Vallot.

¹ Nous avons, dans nos campagnes ultérieures, sur les glaciers du Mont-de-Lans, de la Girose et de la Selle, adopté une méthode de travail plus précise, mais aussi plus longue, parce que nécessitant l'établissement et le levé par triangulation d'un réseau secondaire de pyramides.

De chacune des stations tachéométriques, nous avons relevé à la mire-stadia les points nécessaires à la traduction correcte du modelé glaciaire; nous avons, de plus, cherché à fixer, par intersection, les points caractéristiques des parties inaccessibles, au moyen de visées faites de plusieurs stations.

M. Lafay a effectué environ 1.300 visées tachéométriques, parmi lesquelles il faut compter près de 900 points relevés à la mire-stadia.

Levé photographique. — Nous avons employé trois appareils photographiques : deux stéréoscopes donnant des épreuves 6×13 , l'homéoscope Richard et le stéréocycle Leroy, et un appareil 13×18 approprié, avec objectif Bertiot, de 180 millimètres de foyer. Nous avons rapporté environ 180 clichés stéréoscopiques et 70 clichés 13×18 .

Les vues 13×18 , spécialement destinées à la restitution photographique, ont été prises, le plus souvent, des stations tachéométriques mêmes, ou parfois de points relevés à la mire.

TRAVAIL DE BUREAU

Placement des points trigonométriques. — L'établissement du canevas d'ensemble a été quelque peu compliqué par cette circonstance que les calculs de M. Helbronner n'étaient pas achevés, au moment de l'exécution du canevas. Les difficultés auxquelles nous allions nous heurter ont cependant été, en grande partie, aplanies, grâce à l'obligeance de MM. H. Vallot et Helbronner : nous avons pu avoir, par faveur spéciale, les coordonnées géographiques de 11 points, ce qui nous a permis de fixer entièrement par coordonnées un canevas préliminaire au 1/20.000, échelle nécessaire pour ramener la feuille de construction à des dimensions acceptables (1 mètre de largeur).

Sur ce canevas préliminaire, les 26 autres points trigonométriques ont été rapportés par construction graphique des triangles, dont M. Helbronner nous avait fourni les éléments. Une fois ce travail achevé, la partie directement utile du canevas a été agrandie au 1/10.000, échelle adoptée pour le levé topographique. Cet agrandissement a constitué notre feuille de projection, sur laquelle nous avons effectué les diverses opérations de bureau et, en premier lieu, le placement des stations tachéométriques.

Compensation des stations de cheminement. — Nous avons dit que les opérations tachéométriques avaient été conduites de telle sorte que nous obtenions, pour chaque station, deux positions, l'une par cheminement, l'autre par relèvement. Il s'agissait de comparer les positions fournies par ces deux procédés et d'améliorer, en somme, le cheminement par l'utilisation des visées de relèvement.

C'est là un problème dont la solution générale est extrêmement délicate, puisqu'elle est directement subordonnée à l'appréciation de la nature et de la

grandeur des erreurs en jeu. Aussi avons-nous eu recours, une fois de plus, à notre conseiller dévoué; M. H. Vallot nous a indiqué un mode opératoire à la fois très ingénieux et très simple, qui nous a donné d'excellents résultats. Nous avons demandé à son auteur, qui a bien voulu nous y autoriser, d'en faire connaître ici le principe, car nous estimons le procédé susceptible de rendre des services signalés dans des cas analogues. Nous nous efforcerons donc, dans les lignes suivantes, de résumer, aussi fidèlement que possible, les instructions que nous avons reçues de M. H. Vallot.

Toute compensation, quelle qu'elle soit, est basée sur l'étude des erreurs dont sont susceptibles les quantités à compenser. Or, pour un cheminement, supposé correctement orienté, les erreurs vont en s'accroissant depuis l'origine jusqu'à l'extrémité non fermée; abstraction faite des fautes, supposées éliminées par la répétition des observations, les erreurs *systématiques* sont prédominantes: erreurs systématiques de direction, erreurs systématiques de longueur. Pour un relèvement, au contraire, les erreurs sont *accidentelles* et elles ont des chances d'être de même ordre, quelle que soit la position de la station.

Il résulte de ceci que, l'origine étant supposée commune, les premières stations seront sûrement mieux déterminées par le cheminement que par le relèvement, mais que, si le nombre des stations est un peu considérable, les dernières pourront être mieux déterminées par le relèvement que par le cheminement. C'est en vertu de ce principe que, lorsque le cheminement atteint un point relevé trigonométrique, on peut le compenser, ainsi que l'a fait M. H. Vallot pour les cheminements de la carte du Mont Blanc, en faisant porter *tout* le déplacement sur le cheminement et en supposant *absolument nulle* l'erreur sur le point trigonométrique.

Mais dans le cas spécial de la carte des Rousses, en l'absence de toute analyse des erreurs propres à la méthode employée, on est réduit, pour tirer parti des éléments recueillis sur le terrain, à affirmer, ce qui est d'ailleurs très probable, que les opérations répondent au principe général précédemment exposé. Il ne faut donc pas oublier que l'application du procédé imaginé par M. H. Vallot, en se basant sur les seules considérations générales qui précèdent, doit être strictement limitée aux cas analogues à celui qui nous occupe.

Ces réserves une fois formulées, le mode opératoire consiste à construire tout d'abord: 1° sur la feuille de projection, les relèvements; 2° sur une autre feuille de papier, le cheminement, en prenant une origine arbitraire et en donnant au premier côté une direction arbitraire.

Le polygone de cheminement, ainsi construit à part, est calqué soigneusement et on superpose ce calque à la feuille de relèvement. Puis, sans affecter au cheminement aucune origine ni aucune direction de départ préconçues, on déplace le calque sur le dessin et on cherche par tâtonnements à *contenter le mieux possible la superposition des points communs*. Ainsi que le fait observer M. H. Vallot, cette définition, malgré son défaut apparent de précision, est parfaitement claire pour l'esprit et pour l'œil de l'opérateur; elle remplace ici très avantageusement toute définition prétendue scientifique, que l'on essaierait de baser sur la théorie des moindres carrés et dont la précision serait purement illusoire dans des opérations essentiellement graphiques.

Les erreurs systématiques d'orientation, qui affectaient le cheminement, ont été détruites par l'artifice précédent; les erreurs systématiques de longueur vont l'être à leur tour par l'opération suivante. On réunit, par une droite, chaque station obtenue par relèvement, avec la station correspondante fixée par la position optimale du calque de cheminement. Il s'agit, sur chacune de ces petites droites, de placer le point définitif représentant la station compensée.

On placera évidemment le point au milieu de la droite, si l'on attribue une valeur égale aux opérations conduites par les deux méthodes de levé. Mais si l'on estime, par exemple, que la position donnée par le relèvement est susceptible d'une erreur double de celle donnée par le cheminement, on doit placer le point au tiers de la distance, à partir de la position obtenue par cheminement. Il est clair qu'il est impossible, ici, de fixer des règles plus précises, puisque le jugement personnel doit intervenir dans chaque cas particulier. Mais, au fond, la chose en elle-même a peu d'importance, car la distance qui sépare les deux positions conjuguées doit être très petite; on aurait, naturellement, d'autant plus d'intérêt à estimer la valeur relative, en l'espèce, des deux genres d'opérations topographiques que l'erreur graphique absolue serait plus grande.

A notre échelle du 1/10.000, l'écart graphique a rarement dépassé un millimètre; c'est dire que M. H. Vallot nous a permis de résoudre, avec une approximation bien suffisante pour le but poursuivi, le problème de compensation qui s'était posé devant nous.

Report des points tachéométriques. — Cette opération s'est effectuée par les procédés habituels et dans des conditions normales, sans que nous ayons rien de particulier à signaler. Comme *point de départ des calculs altimétriques*, nous avons pris le Pic de l'Etendard, Signal Ouest, auquel nous avons attribué la cote 3470 mètres, altitude provisoire acceptée par M. Helbronner.

En ce qui concerne la précision de notre levé, nous pouvons fournir une indication assez intéressante. Parmi les points tachéométriques relevés à la mire-stadia, se trouvent des repères de fonte (modèle du Service du Nivellement général de la France), que nous avons scellés nous-mêmes dans le rocher à des places convenables; ces repères devaient être ultérieurement rattachés au réseau du Nivellement général par les opérateurs de ce Service. Or on connaît aujourd'hui les résultats du rattachement pour deux de ces repères: le n° 1, situé sur le versant Est du massif, vers le front du glacier des Quirilies, auprès de la station 1, et le n° 7, situé sur le versant Ouest du massif, vers le lac de la Fare, au voisinage de la station 32. Ces résultats nous ont été communiqués, par l'intermédiaire de M. de la Brosse, sous la forme suivante que leur a donnée le Service du Nivellement général.

	Altitudes déterminées par :		
	Mission glaciologique.	Service du nivellement général.	Discordance.
	C	N	N-C
Repère 1 (Quirilies).....	2581 ^m ,0	2582 ^m ,1	+ 1 ^m ,1
Repère 7 (Rousses).....	2676 ,7	2673 ,7	— 3 ,0
Différence (7 — 1).....	+ 95 ,7	+ 91 ,6	— 4 ,1

Restitution photographique. — Nous avons suivi ponctuellement, dans notre travail de restitution photographique, les indications détaillées que donne M. H. Vallot dans l'ouvrage publié en 1907 par MM. H. et J. Vallot sur les « Applications de la photographie aux levés topographiques en haute montagne ». Nous avons restitué environ 200 points, pour le seul figuré des régions glaciaires pratiquement inaccessibles et nous avons été très satisfaits de la précision des résultats obtenus, le polygone d'erreur étant, en général, très petit.

Rédaction de la carte. — Au point de vue de la rédaction même, nous tenons à souligner tout d'abord cette condition, que notre carte devait être, avant tout, un levé glaciologique d'ensemble; nous étions donc obligés, pour rester dans l'esprit de la mission qui nous avait été confiée, de ne pas sortir, au cours de nos opérations sur le terrain, du cadre nécessaire et suffisant à la stricte représentation des surfaces glacées du massif des Grandes Rousses. C'est pourquoi nous avons dû renoncer à comprendre, dans notre travail, le levé régulier du terrain encaissant et des régions inférieures voisines des glaciers.

Nous avons cependant cherché à faire, de notre levé topographique, une carte d'utilité générale qui pût, notamment, répondre aux exigences immédiates de l'alpinisme. C'est à cette tendance que correspond le souci que nous avons pris de la toponymie et du figuré de détail dans le rocher, figuré provenant uniquement de la restitution photographique. Nous ne nous flattons pas, d'ailleurs, d'être arrivés, sur ce dernier point si délicat, à une représentation fidèle de la vérité; nous nous sommes seulement efforcés de nous en rapprocher, autant que nous le permettaient et la précision de nos documents photographiques et notre inexpérience de dessinateur¹.

G. F.

¹ La carte a été gravée directement d'après notre minute et, par suite d'un malentendu, les cotes, inscrites sur la minute avec la première décimale, n'ont pas été arrondies au mètre. Cette déclaration a seulement pour but de ne point laisser attribuer à nos valeurs altimétriques une précision qu'elles ne possèdent point.

DESCRIPTION OROGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE DU MASSIF DES GRANDES ROUSSES

Feuilles SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE et BRIANÇON
de la Carte de l'État-Major au 1 : 80.000.

PLANCHE I

Voir en outre les différents panoramas qui accompagnent ce mémoire.

Compris dans son sens géographique le plus large, le Massif des Grandes Rousses forme un vaste ensemble montagneux qui s'étend du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, depuis le Col de la Croix de Fer jusqu'à la vallée transversale de la Romanche, entre l'embouchure du Ferrand au Sud de Mizoën, d'une part, et l'embouchure de l'Eau d'Olle aux Sables d'Allemont, d'autre part.

Limites.

Le massif est limité, à l'Ouest et à l'Est, par une série de dépressions occupées par des cours d'eau tributaires soit de la Romanche, soit de l'Arc.

A l'Ouest en partant du Nord, les limites suivent d'abord le cours supérieur de l'Eau d'Olle, depuis ses sources sous le Col de la Croix de Fer jusqu'à son confluent avec le Ruisseau de la Cochette, c'est-à-dire suivent le thalweg de la dépression à laquelle on réserve généralement le nom de Combe d'Olle. L'Eau d'Olle s'éloigne ensuite vers l'Ouest pour contourner le petit Massif des Rochers Rissiou, tandis que la limite des Grandes Rousses, telles que nous les comprenons, remonte le Ruisseau de la Cochette, passe par le Col du Couard et redescend la vallée de Vaujany, suivant le cours du Ruisseau de Flumet jusqu'à son embouchure dans l'Eau d'Olle, au-dessous du village d'Oz; elle emprunte enfin le cours inférieur de l'Eau d'Olle jusqu'à la Romanche.

A l'Est, la limite est d'abord formée par l'Arvan, dans sa partie supérieure dirigée du Sud au Nord, depuis ses sources sous le Col de la Gouille ou des Prés Nouveaux jusqu'au coude en amont de Saint-Sorlin d'Arves. Elle traverse le Col des Prés Nouveaux, descend dans la vallée du Ruisseau de la Valette, qu'elle suit jusqu'au Ruisseau du Ferrand et emprunte enfin le cours inférieur de celui-ci jusqu'à son confluent avec la Romanche, au Sud de Mizoën.

L'axe de la surface ainsi délimitée est occupé par une longue arête aiguë dirigée du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, portée sur un socle trapu, surélevé par rapport aux régions avoisinantes et à laquelle on réserve généralement le nom de Crête des Grandes Rousses.

Description
géographique
sommaire.

Cet ensemble est ceinturé à distance, dans sa moitié méridionale, par une série de chaînons ou de mamelons moins importants¹.

Ceinture
méridionale.

Tout d'abord, à l'Est, entre le Ruisseau de la Valette et le cours supérieur du Ferrand, s'étend une arête qui s'éloigne du massif dans la région du Grand Sauvage et reprend ensuite une direction parallèle à lui; c'est l'arête de Praouat (cotes 2415, 2354 et 2209 m. de la Carte de l'Etat-Major), occupée par des pâturages, sauf sur les parties ravinées de ses parois.

Au Sud, la vallée de la Sarennes, dans la partie de son cours qui est dirigée d'abord de l'Est à l'Ouest, ensuite vers le Sud, et qui s'encaisse progressivement dans un profond cañon, isole un chapelet de dômes arrondis séparés par des cols. Cette série se détache du massif au Col de Sarennes (2001 m., E. M.) et comprend ensuite successivement de l'Est à l'Ouest : le Signal de la Croix de Cassini (2376 m.), le Col de Grange Pellorce, le sommet coté 2171 de la Carte de l'Etat-Major, le Col de Cluy, les deux Signaux de l'Homme (2080 et 2179 m.), le Col de Maronne, les deux Signaux d'Auris (1875 et 1781 m.). Le sol est nu ou occupé par des pâturages dans toute cette nouvelle partie, sauf près d'Auris et de Maronne, où l'on trouve d'assez jolies forêts.

Enfin au Nord-Ouest du cours inférieur de la Sarennes, entre celle-ci, la Romanche et l'Eau d'Olle, la ceinture se continue par des mamelons arrondis occupés par des pâturages sur leur sommet, tandis que leur revers occidental est boisé. Cette nouvelle ligne de sommets comprend le Signal de Villard-Reculas (1975 m.), le Signal d'Huez (2118 m.) et la Montagne de Poutran qui lui fait suite plus au Nord (2020 m.) et s'étend jusqu'aux ruisseaux qui descendent directement du Massif des Grandes Rousses vers Oz.

Massif
proprement
dit.

Dans le massif proprement dit, on peut distinguer deux parties : à l'Ouest, trois plateaux successifs s'étagent les uns au-dessus des autres jusqu'à l'arête centrale; tandis qu'à l'Est de l'arête, on rencontre des crêtes et des sommets plus ou moins réunis à celle-ci et séparant des dépressions glacées généralement élevées. Occupons-nous successivement des plateaux occidentaux et des régions élevées de la partie orientale.

Plateaux
occidentaux.

Le plus inférieur des trois plateaux occidentaux² domine, dans sa moitié septentrionale, la vallée de Vaujany et s'étend, au contraire, en contre-bas des Signaux d'Huez et de Villard-Reculas dans sa moitié méridionale. Il se trouve à l'altitude moyenne de 2000 à 2100 mètres, mais s'abaisse au Sud, soit vers l'Alpe d'Huez (1847 m.), soit dans la partie généralement désignée sous le nom de Plateau de Brandes. Il est brusquement interrompu par le cañon de la Sarennes; si l'on s'en tient cependant aux régions élevées et si l'on fait abstraction de l'entaille profonde de cette vallée, le plateau possède, à une altitude légèrement plus basse mais qui lui correspond, une large issue vers le Sud, entre les Signaux d'Huez et de Villard-Reculas et ceux de l'Homme, par Huez, Rosai et Maronne. Le rempart méridional

¹ Voir le Panorama II.

² Pour les plateaux occidentaux, voir les panoramas I et IX.

extrême des Grandes Rousses est également franchi à peu près à l'altitude du Plateau de Brandes, par le Col de Cluy, entre le Signal de l'Homme Nord et la Croupe du Puys (cote 2171 m.).

Mollement ondulé, le plateau inférieur est occupé dans sa région moyenne, au-dessus d'Oz, par une série de petits lacs dont les plus importants sont le Lac Carrelet, le Lac Volant, les Lacs Besson. Sur toute son étendue, il est recouvert par des pâturages utilisés pendant l'été par des troupeaux de vaches et de moutons, dont les bergers logent dans de nombreux chalets épars un peu partout ou formant une agglomération à l'Alpe d'Huez dans la partie la plus fertile.

Le deuxième gradin, qui s'étage au-dessus du précédent, s'étend depuis le Col du Couard, au Nord, jusque dans la région du Lac Blanc, au Sud. Le point culminant de ce nouveau plateau est le dôme qui porte le nom de Signal des Petites Rousses (2813 m.). De là, le plateau descend assez brusquement vers le Lac Blanc, près duquel on relève la cote 2546. Vers le Nord, la pente est plus douce jusque près du Lac de la Fare (2644 m. d'après nos mesures); il est sensiblement horizontal dans la région moyenne qui s'étend vers le Lac de Balme Rousse et la pente reprend, très douce, jusque vers le Col du Couard, dans la partie à laquelle la Carte de l'Etat-Major donne le nom de Plan des Cavales.

La caractéristique essentielle de ce plateau est d'être formé d'une succession de surfaces arrondies, mamelonnées, sur lesquelles le cours des eaux est des plus indécis; de nombreux petits lacs occupent les anfractuosités des rochers; la végétation se rencontre assez développée par places, mais nulle part on ne trouve de prairies continues.

Le troisième gradin, enfin, le plus voisin de l'arête, n'est bien distinct que dans la région moyenne du massif, c'est-à-dire approximativement depuis la latitude du Signal des Petites Rousses jusqu'à celle du Sommet de l'Etendard, le point culminant des Grandes Rousses. Il est sensiblement horizontal dans son ensemble, à la cote moyenne de 2900 à 2950 mètres et est occupé par un glacier continu, parallèle à l'arête, auquel on réserve le nom de *Glacier des Rousses*.

Vue de l'Ouest, du sommet de Belledonne ou des Rochers Rissiou, par exemple, la crête principale des Grandes Rousses se présente comme une arête hardie, continue et sensiblement rectiligne, qui limite l'horizon et qui s'élève au-dessus des plateaux dont il vient d'être question. Les points culminants se trouvent au centre; ils portent respectivement les noms de Sommet Nord, Etendard ou Grand Costa Blanc (3470 E. M.) et de Sommet Sud ou Pic Bayle (3473 E. M., 3468 d'après nos mesures). De cette partie centrale, l'arête s'abaisse à la fois vers le Sud et vers le Nord.

Vers le Sud, elle rencontre le Pic du Lac Blanc (3331 m.), le Col et le Sommet de l'Herpie (2995 E. M.). Au delà de la terminaison Sud du Glacier des Rousses, qui, ainsi que nous l'avons vu, occupe le premier gradin situé en contre-bas de l'arête dans la région moyenne du massif, on trouve deux petits cirques individualisés qui renferment des témoins morainiques.

Vers le Nord, elle est marquée successivement par les accidents suivants : le

Régions
élevées
du Massif.
Arête
principale.

Col de la Barbarate (3230 m. d'après nos mesures), les deux Cimes de la Barbarate (3295 et 3245 m.), une Brèche sans nom, les deux Cimes de la Cochette (3245 et 3240 m.), l'Aiguille Noire (3131 m.), le Col de l'Œil des Rousses (2973 m.), le Dôme de la Cochette (3050 m.), l'Aiguille de Laisse (3009 m.), le Roc de la Balme (2880 m.). Ensuite l'arête n'est plus guère distincte, elle est remplacée par un petit massif aux formes arrondies et mamelonnées, dans lequel on peut signaler le Col de Montfroid, la Croix de Pichoux (2566 m. E. M.) et la Montagne de la Grande Olle, qui domine le confluent avec l'Eau d'Olle du Nant de Bramant, un des émissaires de la partie septentrionale des Rousses.

Au delà de la terminaison du Glacier des Rousses sous l'Etendard, nous savons que les pentes sont continues depuis l'arête jusqu'au Plan des Cavales. Néanmoins, les anfractuosités de ce versant occidental sont occupées par de petits glaciers distincts. Le plus notable s'amorce dans un cirque situé sous l'Etendard, le Col et les Cimes de la Barbarate; nous lui réserverons le nom de *Glacier de la Barbarate*. Enfin, sous les Cimes de la Cochette et de l'Aiguille Noire se trouve un petit glacier, le *Glacier de la Cochette*, tandis qu'au Sud et au Nord de celui-ci, c'est-à-dire sous la Brèche qui fait suite au Nord aux Cimes de la Barbarate et sous le Col de l'Œil des Rousses, sont conservés deux névés importants.

Régions
orientales
de la
partie élevée
du Massif.

A l'Est de l'arête, la topographie est infiniment moins simple que sur le versant occidental. On retrouve les pentes orientales de la crête culminante du massif; mais, en outre, d'autres masses rocheuses, soit parallèles, soit normales à l'arête, s'y ajoutent pour limiter d'importants bassins glaciaires distincts. Procédons du Sud au Nord et nous définirons ainsi le périmètre d'alimentation des glaciers, dont nous donnons plus loin la description détaillée¹.

Région
du Glacier
de Sarennes.

Tout d'abord, à l'Est du Pic du Lac Blanc, à un sommet appelé Sommet de Sarennes (cote 3135 m. E. M., en réalité 3109 m. d'après nos mesures), s'amorce une arête parallèle à la Crête des Grandes Rousses; cette arête s'abaisse vers le Sud; après un court tronçon oblique, elle reprend sa direction longitudinale pour aboutir au Château Noir (cote 2939 m. E. M.) et se termine au-dessus des chalets de Sarennes, en face de la Croix de Cassini. Le Sommet de Sarennes est réuni au Pic du Lac Blanc par une crête en arc de cercle, dont le versant méridional est en pente douce, tandis que le versant septentrional en est abrupt.

L'arête principale, dans son tronçon méridional, au Sud du Pic du Lac Blanc, la crête transversale du Pic du Lac Blanc au Sommet de Sarennes, l'arête qui va du Sommet de Sarennes au Château Noir délimitent un bassin orienté vers le Sud, dont la partie élevée, sorte de cuvette qui se raccorde en pente douce avec les arêtes mentionnées, est occupée par un glacier auquel on réserve le nom de *Glacier de Sarennes*. Cette région est drainée par la Sarennes; le cours supérieur de ce torrent occupe l'axe du bassin et se dirige vers le Sud; mais sous la Croix de Cassini, exactement au point coté 1872 par l'Etat-Major, la Sarennes change de direction, va franchement vers l'Ouest et traverse le prolongement méridional des Grandes Rousses dans une vallée assez encaissée, à laquelle fait suite, après le

¹ Panoramas II et III.

Pont du Guâ, le cañon qui sépare le Plateau de Brandes des pentes septentrionales des Signaux de l'Homme.

Du sommet de Sarennes, du point 3076 de notre carte et du Château Noir s'éloignent, vers l'Est, des arêtes secondaires qui délimitent trois petites cavités d'importance inégale et orientées vers l'Est; chacune renferme des traces morainiques; la plus septentrionale est occupée aujourd'hui, en son centre, par le petit Lac du Cerisier.

Au Sud-Est du Pic Bayle se trouve un môle rocheux, le Mont Savoyat (3340 E. M., 3351 d'après nos mesures), qui occupe, par rapport à celui-ci, sensiblement la même situation que le Sommet de Sarennes par rapport au Pic du Lac Blanc. Le Mont Savoyat est réuni au Pic Bayle par une nouvelle crête transversale, en pente douce vers le Sud, abrupte vers le Nord, et il offre un contrefort sous forme d'une arête, que les gens du pays appellent Coste Severail, et qui s'éloigne vers l'Est (cote 2958 E. M.). La Crête des Grandes Rousses entre le Sommet Sud et le Pic du Lac Blanc et les deux arêtes transversales, — Pic du Lac Blanc, Sommet de Sarennes avec son contrefort oriental, d'une part; Sommet Sud et Savoyat avec son contrefort oriental, d'autre part, — délimitent un bassin glaciaire orienté vers le Sud-Est, qui est occupé en partie par le *Glacier du Grand Sablat*.

Région
du Glacier
du
Grand Sablat.

Si l'on poursuit vers le Nord, à la latitude approximative du sommet de l'Etendard on trouve, à distance de l'arête principale, un massif important qui s'amincit et s'allonge vers le Nord: nous voulons parler de l'ensemble du Grand Sauvage. Le point culminant de ce petit massif (3229 m. E. M., 3231 d'après nos mesures) se trouve exactement à la latitude du sommet de l'Etendard; il envoie vers le Sud-Ouest un contrefort de tracé circulaire qui vient à la rencontre d'un autre contrefort de l'Etendard; entre les deux s'ouvre le Col des Quirliès. Du même sommet du Grand Sauvage part un léger contrefort vers le Sud-Est; celui-ci s'abaisse très rapidement, se prolonge ensuite par une arête de pâturages qui s'incurve bientôt vers le Sud, entre la vallée supérieure du Ferrand et celle du Ruisseau de la Valette, pour prendre alors, ainsi que nous l'avons vu plus haut, le nom de Crête de Praouat. Enfin, la masse principale du Sauvage s'allonge vers le Nord-Est sous forme d'une arête dentelée jusqu'au Mont Péaiaux (2857 E. M., 2964 d'après nos mesures); elle est ensuite traversée par un col oblique, le Col de la Cime de la Valette, au delà duquel elle est relayée par une crête parallèle, légèrement reportée à l'Est, arrondie, moins élevée et peu hardie, l'arête des Arènes qui s'abaisse progressivement vers le Nord.

Massif
du Sauvage.

Entre les trois côtés formés à l'Ouest par la Crête principale depuis le Pic Bayle jusqu'à l'Etendard, au Sud par le Pic Bayle, le Savoyat et le Coste Séverail, au Nord par l'Etendard, le Massif du Sauvage et son contrefort oriental, s'étend un important bassin glaciaire, largement ouvert à l'Est, qui est occupé aujourd'hui par deux glaciers incomplètement séparés l'un de l'autre, le *Glacier des Malatres*, au Sud, et le *Glacier des Quirliès*, au Nord.

Glaciers
des Malatres
et
des Quirliès.

Vallée
du Ferrand.

Le Glacier des Quirliès se termine, ainsi que nous le verrons plus loin, sur un épaulement qui domine l'amorce de la vallée du Ferrand. Cet épaulement peut se suivre vers le Sud, en aval du front du Glacier des Malatres, en aval des régions glacées du Sablat, sous les contreforts du Sommet de Sarennes, du Château Noir et jusqu'au Col de Sarennes. Il existe ainsi un palier continu qui s'incline légèrement du Nord au Sud, de la cote 2500 environ jusqu'à la cote 2000, depuis le front des Quirliès jusqu'au Col de Sarennes et qui borde ainsi, sur sa rive droite, la vallée du Ferrand. Les eaux provenant des Glaciers des Quirliès, des Malatres, du Grand Sablat et aussi des anfractuosités situées à l'Est du Sommet de Sarennes et du Château Noir franchissent en cascade ce gradin et tombent dans la vallée du Ferrand. Celle-ci comprend deux parties séparées par une dénivellation vers la Cascade du Pont du Ferrand; la partie haute est exclusivement occupée par des pâturages. La partie basse, au moins au voisinage du thalweg, est, en revanche, boisée ou entrecoupée de champs cultivés; c'est la région le long de laquelle s'échelonnent les différents hameaux de Clavans; elle s'étend jusqu'au Moulin Delort, en aval duquel le Ferrand s'encaisse profondément pour descendre rapidement à la Romanche sous le village de Mizoën.

Bassin
du Glacier
du Grand
Sauvage.

Sur le versant Est du Sauvage, plus exactement sous l'arête qui va du Sommet du Sauvage au Mont Péaiaux, s'amorce une autre vallée, la vallée du Ruisseau du Grand Sauvage, d'abord dirigée vers l'Est, mais qui, ensuite, s'incurve franchement vers le Sud, à l'Est de l'arête de Praouat, pour venir aboutir dans la vallée du Ferrand, en amont de Clavans-d'en-Haut. Sur les gradins qui se trouvent en contre-bas de l'arête supérieure, on trouve des traces morainiques et deux petits névés, restes de l'ancien *Glacier du Sauvage*.

Bassin
du Glacier
de
Saint-Sorlin.

Au Nord du Col des Quirliès s'étend un dernier et très important bassin glaciaire, celui du *Glacier de Saint-Sorlin*, dont il nous faut indiquer maintenant les limites.

A l'Est, elles sont tout d'abord formées par l'arête, depuis l'Etendard jusqu'aux Cimes de Barbarate. Mais au delà, sur le versant Est, l'allure de l'arête se modifie; la Crête des Grandes Rousses s'élargit pour donner le Massif de la Cochette, sorte de môle à large base, tronc de pyramide coupé au sommet par un plan incliné vers l'Est. Le Glacier de Saint-Sorlin se trouve en contre-bas de ce massif, dont la partie supérieure est occupée par un névé assez étendu. Au delà de la Cochette, la Crête des Grandes Rousses s'abaisse rapidement et montre, vers l'Est, des pentes assez douces vers le bassin du Glacier de Saint-Sorlin et de ses émissaires.

Au Sud, les limites de ce bassin sont formées par le prolongement oriental de l'Etendard, par le Col des Quirliès, par où il communique avec le bassin des Quirliès, et par le Grand Sauvage; à l'Est, par l'arête qui s'étend du Sauvage au Péaiaux, à laquelle fait suite la crête des Arènes.

Enfin, au Nord, dans l'axe du bassin de Saint-Sorlin, s'élève un massif de base triangulaire, dont les points culminants sont l'Aiguille Rousse de Bramant et les sommets du Paron. Ces nouvelles sommités déterminent deux issues au bassin de Saint-Sorlin, l'une vers l'Ouest et la Combe d'Olle et, par suite, vers la Romanche; l'autre vers l'Est, vers l'Arvan et, par suite, vers l'Arc. L'Arvan lui-même prend sa source à l'Est de l'arête des Arènes.

La ligne de séparation du bassin de la Romanche et de celui de l'Arc est donc purement fictive dans la région du Glacier de Saint-Sorlin. Elle part du Col de la Croix de Fer, suit les Cimes du Paron et de l'Aiguille Rousse de Bramant, se perd dans le Glacier de Saint-Sorlin, reprend ensuite par le Sauvage, le Péaiaux, le Col de la Cime de la Valette, se prolonge vers l'Est et s'éloigne enfin vers la Montagne de la Lauze et la Cime des Torches pour être traversée par deux cols, le Col de la Valette et le Col des Prés Nouveaux, qui mettent en communication la vallée de la Valette avec celle de l'Arvan.

C. J.

APERÇU GÉOMORPHOLOGIQUE

P. TERMIER. *Carte géologique du massif des Grandes Rousses*
au 1 : 80.000 accompagnant le mémoire cité.

Une exploration géologique détaillée a permis à M. P. Termier de publier, sur le Massif des Grandes Rousses, dont Dausse et Ch. Lory avaient antérieurement démêlé les grandes lignes, un mémoire fondamental accompagné de coupes et d'une carte, dont nos courses, d'ailleurs entreprises dans un tout autre but que des études strictement géologiques, nous ont amené à vérifier la scrupuleuse exactitude.

Nous voudrions simplement ici, en nous aidant des résultats de M. Termier, retenir les principaux traits géologiques du massif pour montrer comment ils en règlent la topographie, à la fois dans les parties élevées, actuellement glacées, et dans les régions périphériques, dont la connaissance nous importe au point de vue des extensions glaciaires anciennes. La considération de celles-ci, dans un chapitre ultérieur, interviendra d'ailleurs utilement pour compléter cet essai de morphologie raisonnée consacré au Massif des Grandes Rousses.

Plissements
hercyniens
et plissements
alpins.

Les terrains du Massif des Grandes Rousses portent la trace de dislocations correspondant aux deux périodes principales où se sont produits des mouvements orogéniques dans la chaîne des Alpes. La première prend place vers la fin des temps primaires, après le dépôt de couches houillères et avant celui des terrains triasiques; elle a donné naissance aux plis dits *plis hercyniens*. Après leur formation, ces plis ont été érodés; la chaîne hercynienne a été arasée et recouverte en transgression discordante par les eaux qui ont déposé les terrains postérieurs, c'est-à-dire, pour la partie qui nous occupe, les terrains triasique et liasique; et ce n'est que beaucoup plus tard, probablement vers la fin de la période miocène, que sont intervenus de nouveaux efforts orogéniques, amenant la formation de la chaîne dite *alpine*, au démantèlement de laquelle nous assistons encore aujourd'hui.

Leur intérêt
au point
de vue
géographique

Au point de vue morphologique, les plissements alpins sont les plus importants à connaître et les premiers à considérer, car ce sont eux qui ont déterminé le relief sur lequel s'est exercée la première action de l'érosion, dans la série récente des transformations du modelé qui devait aboutir à l'état actuel. Une sorte de décapage s'est produit sur les parties surélevées, tandis que les eaux courantes se rassemblaient et creusaient des vallées dans les dépressions.

Le relief esquissé par les plissements ne pouvait, dans le cas qui nous occupe, que s'exagérer par la suite; car, d'une part, le décapage, en faisant disparaître des parties élevées la couverture étirée des terrains triasique et liasique, a mis à nu leur substratum très résistant formé de terrain houiller et surtout de terrains cristallins sur lesquels l'action de l'érosion a dû subir un certain retard par rapport aux régions voisines, tandis que, d'autre part, dans les bas-fonds les eaux

courantes ont pu creuser avec rapidité dans les matériaux tendres, principalement dans les schistes et les calcaires marneux noirs du terrain liasique qui les remplissent.

Ce n'est qu'ultérieurement, pour les parties surélevées et après leur décapage, que les plissements hercyniens ont pu avoir quelque importance dans la détermination du relief actuel.

Dans l'ensemble des plissements alpins, le Massif des Grandes Rousses constitue un *faisceau anticlinal* orienté du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest. Ce faisceau est limité de chaque côté par un grand synclinal. A l'Ouest, c'est le *Synclinal de Vaujany*, qui suit la vallée supérieure de l'Eau d'Olle ou Combe d'Olle, le Massif des Aiguillettes et la vallée inférieure de l'Eau d'Olle, près d'Allemont, pour se prolonger de l'autre côté de la Romanche dans la région du Col d'Ornon. Ce synclinal sépare le faisceau anticlinal des Grandes Rousses de celui de Belledonne, comprenant le Massif des Sept-Laux, les Rochers Rissiou, le Massif de Belledonne proprement dit et le Taillefer au Sud de la Romanche. A l'Est, le *Synclinal de Clavans, de Besse et de Mizoën* sépare les Grandes Rousses de la terminaison septentrionale du Massif du Pelvoux. Le Massif du Pelvoux est un faisceau de plis, surélevés au Sud de la Romanche, mais qui s'abaissent rapidement, au contraire, au Nord, sous le Plateau de Paris. Le deuxième synclinal auquel nous venons de faire allusion n'est guère distinct, au Nord de la Romanche, que dans les régions de Besse et de Mizoën, tandis qu'au Sud, il se suit très nettement jusqu'à Venosc par l'Alpe du Mont-de-Lans et l'Alpe de Venosc.

Le faisceau anticlinal des Grandes Rousses s'abaisse à la fois vers le Nord et vers le Sud, ainsi qu'on en peut juger en comparant, le long de la chaîne, le contact des terrains cristallins avec leur couverture sédimentaire discordante de trias et de lias. Vers le Nord, les terrains cristallins et le houiller s'abaissent et disparaissent sous le Lias du Col du Glandon et de la Pointe de l'Ouillon. Vers le Sud, le contact du cristallin et du trias et du lias s'incline également, puisque sur une ligne parallèle à l'ensemble du massif le sommet des Petites Rousses (2813 m.) est formé de terrain cristallin, tandis qu'au Sud, les Sommets de l'Homme et les Signaux d'Auris (1875 et 1781 m., 2080 et 2179 m.) sont occupés par du lias. Mais dans l'axe même de la chaîne, le cristallin ne disparaît pas complètement, comme au Nord, sous le lias; on en suit une traînée continue que traverse la Romanche en aval du Freney. Au Sud, dans la même direction, le cristallin se relève dans le Signal de Pied Mouttet (2344 m.) et, de l'autre côté du Vénéon, dans le Massif de la Muraillette (3172 m., à l'Est du Col de la Muzelle).

M. Termier a fort bien noté l'ondulation de l'axe du Massif¹. C'est à peu près entre le sommet Nord et le sommet Sud que se produit la surélévation maximum.

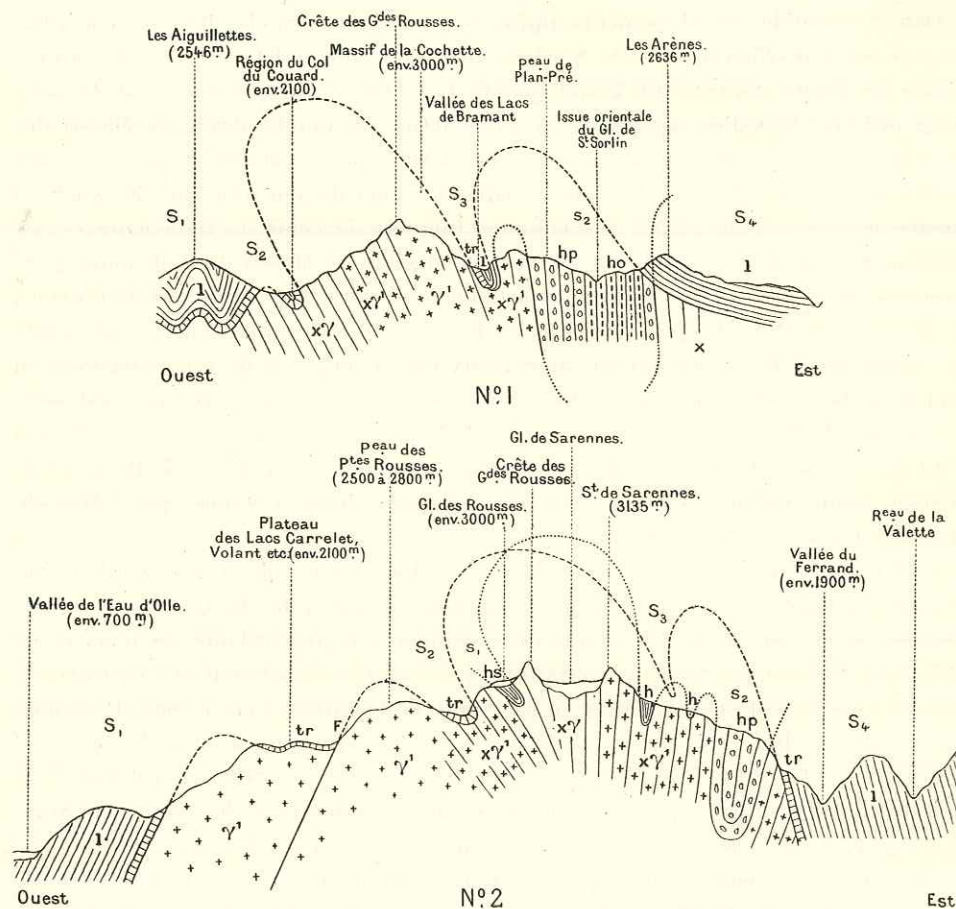
Cette disposition géologique d'ensemble du Massif, par rapport aux régions avoi-

¹ Voir la carte donnée page 116, dans le mémoire cité.

En réalité, M. Termier a peut-être exagéré le phénomène en voulant poursuivre à travers tous les plis des Grandes Rousses et du Pelvoux les abaissements et surélévations que nous analysons. Le réseau orthogonal qu'il imagine est une simple vue de l'esprit et tous les plis ne s'abaissent pas simultanément, ainsi que divers auteurs l'ont déjà remarqué, suivant des lignes perpendiculaires à leur direction.

Le Massif
des Grandes
Rousses,
faisceau
anticlinal
alpin,
s'abaissant
à la fois vers
le Nord
et vers le Sud.

sinantes, justifie bien son allure orographique générale dans les Alpes Dauphinoises. De quelque côté qu'on le regarde, il s'élève comme une puissante masse cristalline allongée du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, sorte de piédestal d'une arête aiguë, qui émerge au milieu des dépressions ou des montagnes plus basses et mollement arrondies qui l'entourent. La grande vallée collectrice de la partie méridionale des Grandes Rousses, c'est-à-dire celle de la Romanche, trouve sa raison d'être dans



Coups géologiques simplifiés à travers le Massif des Grandes Rousses, d'après la Carte géologique et les coupes de M. P. Termier et de nouvelles observations.

N° 1. Coupe à la latitude du Massif de la Cochetle.

N° 2. Coupe à la latitude du bassin d'alimentation du Glacier de Sarennes.

γ^1 . Granulite; γ^2 . schistes granulitisés; α . schistes cristallins. — h . houiller; hs . houiller schisteux et gréseux; hp . poudingues; ho . orthophyres et tufs orthophyriques. — tr . dolomies, cargneules et calcaires capucins du trias; l . schistes et marnocalcaires noirs du lias.

Mouvements hercyniens: s_1 . synclinal occidental; s_2 . synclinal oriental.

Mouvements alpins: S_1 . synclinal de Vaujany; F . faille des Petites Rousses; S_2 . synclinal du Plateau des Petites Rousses; S_3 . synclinal du Lac Tournant — Château-Noir;

S_4 . région synclinale de Clavans.

l'abaissement d'axe dont nous avons parlé, entre la partie méridionale des Grandes Rousses proprement dite et leur prolongement au Sud de la Romanche. Dans cet ensellement devait passer l'écoulement transversal des régions plus internes des Alpes, suivant la loi mise en évidence par M. Lugeon pour l'emplacement des vallées transversales.

Mais la correspondance entre la topographie et la structure géologique du massif est plus intime et mérite d'être examinée de près, d'abord en ne considérant que les plis alpins.

Les accidents tectoniques alpins que signale M. Termier de l'Ouest à l'Est dans une direction transversale à la chaîne peuvent s'énumérer ainsi :

- 1° La Faille des Petites Rousses;
- 2° Le Synclinal du Plateau des Petites Rousses;
- 3° L'Anticlinal de la Crête des Grandes Rousses;
- 4° Le Synclinal du Lac Tournant, qui se raccorde peut-être avec celui du Château Noir;
- 5° L'Anticlinal oriental.

La Faille des Petites Rousses, de direction sensiblement Nord-Sud, limite à l'Ouest le Plateau des Petites Rousses. Elle a amené la dénivellation de deux compartiments de granulite recouverts encore aujourd'hui par des lambeaux épars de calcaire capucin du trias. La lèvre affaissée forme le plateau du Lac Carrelet, la lèvre supérieure, le bord occidental du Plateau des Petites Rousses et du Plan des Cavales.

Le Synclinal des Petites Rousses est jalonné par les lambeaux de trias que l'on rencontre par place sur les schistes cristallins du Plateau des Petites Rousses, depuis le Col du Couard jusque dans la région du Lac Blanc. Ce synclinal correspond à la partie moyenne du Plan des Cavales et du Plateau des Petites Rousses, en contre-bas des régions actuellement glacées des Grandes Rousses.

Le Synclinal du Lac Tournant n'est bien visible que dans la région septentrionale du Massif. Une bande de lias et de trias, pincée au milieu du houiller ou des schistes cristallins, traverse le Massif du Paron, et en s'élevant en même temps que l'ensemble des Grandes Rousses, suit la dépression des lacs, — Grand Lac, Lac Blanc, Lac Tournant, — que traverse l'émissaire occidental du Glacier de Saint-Sorlin. M. Termier admet que cette dépression se prolonge dans la direction du Col des Quirliès. Il faut voir dans l'existence du Synclinal du Lac Tournant l'origine primordiale de la dépression occidentale, par où s'écoulent les eaux de Saint-Sorlin, et aussi de la grande excavation, qu'occupe, dans le Nord de la chaîne, le Glacier de Saint-Sorlin.

Sur le versant oriental du Château Noir, on voit un lambeau de dolomie triasique pincé au milieu du houiller. M. Termier y trouve le prolongement méridional du Synclinal du Lac Tournant. Cet accident n'a, en tous cas, aucune importance topographique, sauf au Sud de la Sarennes, où s'approfondissant en s'abaissant et comportant non seulement du trias mais aussi du lias, il est l'origine de la dépression du Col de Grange Pellorce. Plus au Sud encore, il va se souder avec le Synclinal de Clavans dans la région de l'Alpe du Mont-de-Lans.

Les accidents hercyniens ne sont visibles que dans la région médiane de la chaîne, dans ce que nous avons appelé la partie haute du Massif des Grandes Rousses. M. Termier y a reconnu, sur chaque versant, la trace d'un synclinal jalonné par du terrain houiller compris au milieu des schistes cristallins.

Détail des accidents tectoniques alpins.

Faille des Petites Rousses; Plateau du Lac Carrelet.

Synclinal des Petites Rousses; Plateau des Petites Rousses et du Plan des Cavales.

Synclinal du Lac Tournant; Dépression des Lacs de Bramant et du Glacier de Saint-Sorlin.

Accidents hercyniens.

Synclinal
occidental;
Plateau
du Glacier
des Rousses.

Le synclinal occidental se suit du Sud au Nord, depuis la vallée de la Romanche jusqu'au Col de Cluy; il se surélève progressivement, passe par la mine de l'Herpie et s'étend sur le plateau du Glacier des Rousses jusque sous l'Etendard. Le houiller y est représenté par des schistes et des grès fins facilement délitables, inclus au milieu de schistes cristallins plus résistants; ces schistes et grès houillers, très redressés vers la Romanche, deviennent progressivement voisins de l'horizontale dans le plateau du Glacier des Rousses, et il faut voir dans leur présence l'origine du Plateau du Glacier des Rousses, plateau qui s'éteint précisément au delà de la latitude de l'Etendard, où l'on perd la trace du synclinal; à partir de là, des pentes continues de schistes cristallins descendent depuis l'arête jusqu'au Plateau des Petites Rousses.

Synclinal
oriental;
Formations
éruptives
et issue
orientale
du Glacier
de
Saint-Sorlin.

Le synclinal oriental, plus large et plus complexe, se suit sans discontinuité du Sud au Nord, depuis les environs du Freney jusque dans la région de la Balme et du Col de la Croix de Fer, par le sommet de la Croix de Cassini, le Château Noir, le front des glaciers du Grand Sablat et des Quirliès et le Grand Sauvage. Le houiller qui le jalonne a une composition différente de celui du versant Ouest. Dans la partie moyenne de la chaîne, il est caractérisé par un grand développement de poudingues formés d'éléments cristallins et très durs; il fait corps avec les schistes cristallins qui l'environnent, présente la même résistance qu'eux et ne joue pas de rôle topographique bien déterminé. En revanche, vers le Nord, dans les régions de la Balme et vers l'issue orientale du Glacier de Saint-Sorlin, le houiller présente des intercalations très importantes de roches éruptives (orthophyres et tufs orthophyriques) relativement tendres, dans lesquelles l'érosion a travaillé facilement, aussi facilement que dans le lias voisin, et telle est, sans doute, une des causes de ces profondes vallées, de date récente ainsi que nous le verrons plus loin, qui s'étendent entre le front oriental du Glacier de Saint-Sorlin, la région des chalets de la Balme et le prolongement septentrional de l'arête des Arènes.

Influences
granulitiques
dans les
schistes
cristallins;
Plateaux
occidentaux.

Enfin, à tout ce qui précède, nous devons ajouter que la formation cristalline du massif est loin d'être homogène. En particulier, au milieu des schistes, M. Termier a constaté l'existence de venues granulitiques qui ont métamorphisé les schistes avoisinants et qui sont entourées d'une auréole de schistes granulisés généralement résistants, riches en quartz et d'une teinte claire caractéristique. Les plus importantes de ces venues granulitiques se rencontrent dans le plateau du Lac Carrelet et le Plateau des Petites Rousses; leur présence, jointe aux particularités tectoniques rappelées plus haut, explique la vigoureuse individualité topographique de ces deux régions. Mais la région élevée témoigne aussi d'influences analogues. La bande qui jalonne le Sommet de Sarennes, le Savoyat, la partie occidentale du Sauvage, est formée de schistes granutlisés; elle doit sa surélévation topographique d'ensemble à l'existence de ces schistes granutlisés ainsi qu'au grand développement de poudingues houillers très résistants formés d'éléments granulitiques.

Dans l'arête proprement dite, le Massif de la Cochette, qui n'a plus la forme aiguë des cimes plus méridionales, mais se présente comme un môle trapu à large base, est constitué par de la granulite pure, entourée d'une auréole granulitique.

C. J.

APERÇU PHYTOGÉOGRAPHIQUE

En raison de l'objet principal de nos deux campagnes dans les Grandes Rousses en 1905 et 1906, nous avons surtout exploré les régions situées au-dessus de 2000 mètres d'altitude, dont l'étude offre justement le plus d'intérêt au point de vue phytogéographique. Plusieurs botanistes ont déjà étudié ce massif; les résultats de leurs recherches, complétés par nos observations, nous ont permis de dresser le premier catalogue de la flore alpine des Grandes Rousses. Nous le ferons précéder d'un court historique et d'un aperçu sur l'ensemble de la végétation de ce vaste groupe montagneux; nous indiquerons ensuite la distribution spéciale de certaines espèces et comparerons la flore des Rousses avec celle de la chaîne voisine de Belledonne.

Dans la préface de l'*Histoire des plantes de Dauphiné*, Villars écrit qu'il a parcouru, en 1775, « les environs d'Allemont, du Bourg-d'Oisans....., d'Huez, de Bez, Auris, Clavan ». Un siècle plus tard, l'abbé Bayle a publié une monographie des Grandes Rousses¹, malheureusement restée inachevée, dans laquelle il se proposait de décrire la flore des montagnes, qu'il avait si souvent parcourues; au point de vue qui nous intéresse, l'ancien curé d'Oz n'a laissé qu'un article égaré dans un journal local et où sont énumérées quelques espèces du plateau de Montfroid. M. J. Collet, en traversant, en 1882, la chaîne des Rousses, a relevé avec l'abbé Faure, la liste des plantes les plus remarquables qu'il a rencontrées. M. Gaston Bonnier a publié en 1884 une courte note, mais très substantielle, sur la flore des environs du Bourg-d'Oisans.

La contribution la plus importante est due à l'abbé Ravaut, qui a consacré, en 1891, la 12^e Excursion de son *Guide du botaniste dans le Dauphiné* aux Montagnes de l'Oisans.

La plupart de ces documents ont été utilisés par l'abbé Cariot et le Dr Saint-Lager dans leur *Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire* et dans le *Catalogue de la flore du bassin du Rhône* de ce dernier auteur, où les Grandes Rousses sont souvent citées.

Mentionnons enfin les explorations d'E. Didier, de M. Ad. Pellat et en 1895 de MM. Lachmann et Vidal, dont les récoltes sont conservées dans les herbiers de la Faculté des Sciences de Grenoble.

Limitées de plusieurs côtés par de profondes vallées, les Grandes Rousses forment, au milieu des montagnes qui l'entourent, un groupe assez indépendant. De la structure géologique de ce massif cristallin, la nature des principaux terrains qui y sont représentés est seulement à retenir au point de vue qui nous occupe. Aux

¹ Voir la Bibliographie au commencement du volume.

roches granitiques qui en constituent l'ossature, sont associés des dépôts houillers formant deux longues bandes de part et d'autre de l'arête principale; le trias est représenté par des dolomies, des cargneules et des gypses, surtout développés sur le versant Ouest; enfin les marnes et calcaires schisteux du lias entourent le massif d'une bordure à peu près continue. La silice, le calcaire et la dolomie affleurant ainsi l'un près de l'autre, on s'explique la juxtaposition et même le mélange des formations calcicoles et calcifuges. Des roches primitives (gneiss, schistes granulitiques, etc.) sont cependant seules à constituer la Crête des Grandes Rousses.

Le Massif des Rousses présente trois étages superposés qui correspondent assez exactement à trois régions de végétation. Ces gradins ne sont bien marqués que sur le versant occidental; la même succession s'observe naturellement dans la partie orientale de la chaîne, bien que les limites botaniques n'y aient pas de relations avec les accidents du relief.

Aux environs du Bourg-d'Oisans, vers 750 mètres d'altitude, des espèces méridionales atteignent les dernières pentes du massif, où elles forment de petites colonies, comme *Saponaria ocymoides*, *Potentilla rupestris*, *Serratulacanthus squarrosus*, etc. Sur le coteau d'où descend la cascade de Sarennes, on observe l'association suivante, dont le caractère est nettement xérothermique : *Lasiagrostis Calamagrostis*, *Silene Pseudo-Otites*, *Aethionema saxatile*, *Hyssopus officinalis*, *Campanula bononiensis*, *Artemisia camphorata*. Plus haut, aux environs d'Huez, on trouve encore *Allium rotundum* et *Lilium croceum*. Ravaut cite à La Garde *Stipa capillata*; des buissons d'*Amelanchier vulgaris* croissent dans les rochers jusqu'à Clavans. On retrouverait sans doute des associations analogues au pied des versants exposés à l'Ouest, dans les vallées de l'Eau d'Olle et du Flumet.

A partir de la plaine, la région inférieure est occupée par des cultures diverses (céréales, arbres fruitiers, etc.), qui ne s'arrêtent que pour faire place aux prairies. On voit encore quelques vignes à Vaujany (1215 m.), des noyers à Oz et jusqu'au-dessus du hameau du Verney, où quelques vergers, dans une situation favorable, sont très productifs. Les noyers atteignent 1050 mètres dans la vallée de l'Eau d'Olle à Articol et dans celle du Glandon; dans la vallée de la Romanche on observe les derniers noyers au hameau du Parizet, au delà du Dauphin, un peu au-dessus de 1000 mètres d'altitude.

Le lias forme autour du massif, soit des sommets arrondis, comme au Sud-Ouest les montagnes d'Huez et de Sardonne, soit des crêtes allongées dans la direction générale de la chaîne, comme le Séa de la Balme, l'Arête de Praouat, etc. Si l'on en excepte les parties les plus élevées, cette bordure liasique appartient à la *région subalpine*; les grandes prairies fauchables et, par places, quelques forêts en sont les formations caractéristiques, mais plus souvent les pentes en sont ravinées, dégradées par l'action des eaux pluviales sur un sol, que protège à peine une mince couverture végétale. Le Massif des Grandes Rousses est à peu près complètement déboisé; on a retrouvé sur le plateau de Brandes des troncs enfouis de hêtres et de sapins, qui prouvent que la forêt s'étendait autrefois beaucoup plus haut et il est possible que sa destruction remonte à l'époque romaine. C'est le versant Ouest qui est le moins dépouillé; nous y avons observé les derniers arbres à 1750 mètres d'altitude. Il subsiste quelques bois au-dessus d'Oz, de Vaujany (forêt de Burges),

sur les pentes des montagnes de l'Homme et d'Huez; une lisière boisée domine la plaine du Bourg-d'Oisans (forêt de Villard-Reculas). Le Hêtre, le Sapin et l'Epicéa sont les essences dominantes; le Pin sylvestre existe dans les forêts communales d'Oz et de La Garde. On rencontre le Pin à crochets et quelques Aroles (*Pinus Cembra* L.) dans la partie supérieure de la forêt de Vaujany. Quant au Mélèze, il paraît à peu près faire défaut dans toute la chaîne¹; on ne le trouve qu'à l'état sporadique dans la vallée du Glandon.

Au-dessus de ce premier gradin, un second étage est formé par le long plateau des Balnes Rousses ou de l'Alpettaz, dont l'altitude varie de 2000 à 2100 mètres. Il correspond à la *région alpine inférieure* et est occupé par des pâturages, au milieu desquels plusieurs petits lacs étalent leurs eaux transparentes.

Au-dessus des assises précédentes, se dressent enfin trois chaînes parallèles, qui appartiennent à la *région alpine supérieure*: la chaîne des Petites Rousses, qui se prolonge au Nord par un plateau pierreux, le Plan des Cavales, l'arête principale des Grandes Rousses et le chaînon oriental dont les sommets principaux sont le Château Noir, le Sommet de Sarennes et le Grand Sauvage. Sur ce troisième étage se développent les formations caractéristiques de la flore nivale, qui atteint le voisinage des glaciers et les dépasse même en certains points.

L'orographie est toute différente sur le versant oriental, dont le relief est, en général, plus doux. Les moraines et les éboulis, qui recouvrent les pentes de la troisième chaîne, nous ramènent au milieu de la flore nivale, à l'origine des vallées du Ferrand et des branches de l'Arvan, dont le cours est parallèle aux arêtes principales du massif. C'est ainsi qu'en descendant la vallée du Ferrand, on traverse successivement du Nord au Sud les pâturages, puis les prairies de la région alpine; au-dessous du Pont du Ferrand, quelques bois apparaissent et l'on atteint ainsi la région subalpine.

Les éléments de quelques associations, notés sur les points de la chaîne que nous avons visités, montreront la physionomie de ces diverses régions. Entre 1500 et 2000 mètres d'altitude, les prairies de la vallée du Ferrand renferment les espèces suivantes :

<i>Poa alpina</i> .	<i>Alchemilla alpina</i> .
<i>Festuca spadicea</i> .	<i>Trifolium alpinum</i> .
<i>Luzula pediformis</i> .	— <i>badium</i> .
<i>Tofieldia calyculata</i> .	<i>Geranium silvaticum</i> .
<i>Veratrum album</i> .	<i>Hypericum Richeri</i> .
<i>Colchicum alpinum</i> .	<i>Daphne Mezereum</i> .
<i>Allium Schenoprasum</i> var. <i>sibiricum</i> .	<i>Bupleurum stellatum</i> .
<i>Gymnadenia conopsea</i> .	<i>Meum athamanticum</i> .
<i>Polygonum viviparum</i> .	<i>Peucedanum Ostruthium</i> .
<i>Anemone alpina</i> .	<i>Laserpitium Panax</i> .
— <i>narcissiflora</i> .	<i>Primula farinosa</i> .
<i>Sedum Anacampseros</i> .	<i>Gentiana lutea</i> .
<i>Parnassia palustris</i> .	— <i>Kochiana</i> .
<i>Potentilla grandiflora</i> .	— <i>campestris</i> .
— <i>Tormentilla</i> .	<i>Swertia perennis</i> .

¹ D'après les renseignements que nous a obligeamment communiqués M. Pison, conservateur des Eaux et Forêts à Grenoble.

Myosotis alpestris.	Autennaria dioica.
Betonica hirsuta.	Arnica montana.
Thymus Serpyllum.	Carduus defloratus.
Ajuga pyramidalis.	Cirsium acaule.
Pedicularis verticillata.	— spinosissimum.
Phyteuma Michelii.	— heterophyllum.
Campanula barbata.	Centaurea nervosa
— rhomboidalis.	— montana.
— thyrsoidea.	Crepis montana.
Adenostyles alpina.	Hieracium aurantiacum.
Solidago alpestris.	— sabinum, etc.

Des bouquets d'*Alnus viridis* sont disséminés dans les prairies. Sur les parties rocheuses on observe :

Asplenium septentrionale.	Silene rupestris.
Agrostis rupestris.	Saxifraga aizoon.
Juncus trifidus.	Viola biflora.
Lloydia serotina.	Primula viscosa.
Salix reticulata.	Valeriana tripteris, etc..

Les éboulis de lias sont recouverts des espèces qui croissent d'ordinaire sur ce terrain, fréquent dans les Alpes du Dauphiné :

Silene vallesia.	Scutellaria alpina.
Saxifraga aizoides.	Veronica Allionii.
Teucrium montanum.	Globularia cordifolia.
Calamintha alpina.	Centranthus angustifolius.

La composition des prairies ne diffère pas du Nord au Sud du massif, à La Balme, au Col de Sarennes, sur le Plateau de Brandes, dont la flore a été décrite par Ravaut¹.

Dans la région alpine, sur le versant Est, les escarpements et les éboulis par lesquels on atteint, en s'élevant au-dessus des chalets Aubert, le Glacier des Quir-
lies, nous ont montré les espèces suivantes :

Woodsia hyperborea.	Gentiana punctata.
Aspidium Lonchitis.	Linaria alpina.
Allosorus crispus.	Veronica saxatilis.
Polypodium vulgare.	— alpina.
Juniperus alpina.	Pedicularis rostrata.
Alopecurus Gerardi.	Campanula pusilla.
Juncus trifidus.	— cenisia.
Luzula lutea.	Adenostyles leucophylla.
Oxyria digyna.	Erigeron uniflorus.
Cardamine Plumieri.	Aster alpinus.
Saxifraga oppositifolia.	Achillea nana.
— muscoides.	Aronicum scorpioides.
Vaccinium uliginosum.	Senecio Doronicum.
Gregoria Vitaliana.	— incanus.

Plus haut, en remontant sur la rive gauche du glacier, la végétation se raréfie et nous présente seulement, outre quelques espèces déjà citées :

Carex foetida.	Trifolium Thalii.
Ranunculus glacialis.	Gentiana alpina.
Thlaspi rotundifolium.	Eritrichium nanum.
Potentilla minima.	Gnaphalium supinum.

et au-dessus du Col des Quirliès, à 3000 mètres, *Androsace pubescens* DC.

¹ Nous y avons constaté au printemps l'abondance du *Tulipa Celsiana* DC. var. *alpestris* Jord. et Fourr. (pro sp.), signalé aussi au Freney d'Oisans.

Sur un flot de roches moutonnées, au-dessous de la Cochette et au bord même du Glacier de Saint-Sorlin, vers 2900 mètres, la florule se réduit aux espèces suivantes :

Cerastium latifolium.	Primula viscosa.
Draba tomentosa.	Eritrichium nanum.
— carinthiaca.	Veronica alpina.
Cardamine resedifolia.	Phyteuma hemisphaericum.
Potentilla minima.	Gnaphalium supinum.
Gaya simplex.	Erigeron uniflorus.

Mentionnons encore dans les éboulis, en avant du Glacier du Grand Sablat, quelques espèces, dont plusieurs n'ont pas été trouvées ailleurs :

Herniaria alpina.	Gregoria Vitaliana.
Saxifraga bryoides.	Androsace pubescens.
— muscoides.	Linaria alpina.
— exarata.	Euphrasia minima.
Potentilla nivalis.	Artemisia Villarsii.
Geum reptans.	— spicata.

et en tapis compacts *Gentiana alpina* Vill., qui est ici l'espèce dominante.

Sur le versant Ouest, les escarpements qui dominent le refuge de La Fare montrent une riche végétation alpine composée de :

Allosorus crispus.	Veronica bellidioides.
Juncus trifidus.	Adenostyles leucophylla.
Oxyria digyna.	Aster alpinus.
Viscaria alpina.	Erigeron alpinus.
Hutchinsia alpina.	Achillea nana.
Geum montanum.	Artemisia Mutellina.
Sempervivum montanum.	Aronicum scorpioides.
Gentiana alpina.	Leontodon pyrenaicus.
Myosotis alpestris.	Crepis aurea.

Dans les pâturages du Plan des Cavales, on observe :

Selaginella spinulosa.	Saxifraga bryoides.
Avena versicolor.	— stellaris.
Poa alpina.	— androsacea.
— laxa.	Dryas octopetala.
Nardus stricta.	Alchemilla pentaphylla.
Salix herbacea.	Gentiana alpina.
Silene acaulis.	— nivalis.
Alsine verna.	Veronica aphylla.
Paronychia polygonifolia.	Antennaria carpathica.
Ranunculus montanus.	Gnaphalium supinum.
— pyrenæus.	Chrysanthemum alpinum.
Sempervivum arachnoideum.	Senecio incanus, etc
Saxifraga oppositifolia.	

et plus haut, en gagnant le Glacier des Rousses :

Festuca pumila.	Geum reptans.
Thlaspi rotundifolium.	Androsace alpina.
Draba tomentosa.	Gentiana brachyphylla.
Ranunculus glacialis.	Eritrichium nanum.
Papaver alpinum.	Campanula cenisia.
Saxifraga muscoides.	Achillea nana.
Potentilla frigida.	Artemisia spicata.

Sans entrer dans le détail de la distribution des espèces à l'intérieur du massif, il n'est cependant pas inutile d'indiquer celles que nous avons observées sur les points les plus hauts de la chaîne.

Le Signal des Petites Rousses est presque entièrement dépourvu de végétation; au sommet même (2813 m.), formé de granulite, nous n'avons trouvé que *Potentilla nivalis* et *Papaver alpinum*. La florule culminale du Pic de la Pyramide (3388 m.) se compose seulement de *Saxifraga oppositifolia*, *Androsace pubescens* et *A. helvetica*; au Sommet de Sarennes (3109 m.), croît *Eritrichium nanum*. Dans les micaschistes de la Crête de l'Etendard, un des points culminants de la chaîne (3470 m.), nous n'avons pu découvrir aucune Phanérogame.

La liste suivante renferme toutes les plantes alpines dont la présence a été constatée aux Grandes Rousses; un certain nombre d'entre elles, dont quelques-unes sont d'ailleurs fréquentes dans des massifs voisins, n'avaient pas encore été signalées dans cette chaîne, bien qu'elles y soient également communes. Pour les espèces rares seulement, nous indiquerons en note ou à la suite de cette liste les localités où elles ont été trouvées.

Selaginella spinulosa Br.
— *helvetica* Link.
Lycopodium Selago L.
Woodsia hyperborea Koch.
Aspidium rigidum Sw.
— *Lonchitis* Sw.
Allosorus crispus Bernh.

Pinus Cembra L.
Juniperus alpina Clus.

Sparganium affine Schn.

Alopecurus Gerardi Vill.
Phleum alpinum L.
Agrostis alpina Scop.
— *rupestris* All.
Trisetum distichophyllum P. B.
Avena versicolor Vill.
— *montana* Vill.
Koeleria alpicola G. G.
Poa alpina L.
— *cæsia* Sm.
— *laxa* Hke.
Festuca Halleri All.
— *violacea* Schl.
— *varia* Hke.
— *pumila* Vill.
— *spadicea* L.
Nardus stricta L.

Elyna spicata Sch.
Carex rupestris All.
— *curvula* All.
— *fætida* Vill.
— *bicolor* All.¹
— *atrata* L.
— *nigra* L.
— *sempervirens* Vill.
— *frigida* All.
— *ferruginea* Scop.
— *capillaris* L.²
Eriophorum Scheuchzeri Hoppe.

Juncus arcticus Willd.³
— *trifidus* L.
— *triglumis* L.
— *filiformis* L.
Luzula lutea DC.
— *spicata* DC.
— *spadicea* DC.
— *pediformis* DC.

Toffeldia calyculata Wahl.
Colchicum alpinum DC.
Paradisica Liliastrium Bert.
Gagea Liottardi R. et Sch.
Allium Schenoprasum L. var. *sibiricum* Vill.
Lloydia serotina Rehb.

Crocus vernus All.

¹ Sur le plateau de Monfrey (ou Montfroid), d'après l'abbé Bayle : *Les Guides de l'Oisans*.
² Au col du Sabot, d'après l'abbé Ravaud, loc. cit., p. 26, c'est-à-dire un peu en dehors des limites du massif.
³ A La Balme, d'après MM. Lachmann et Vidal.

Orchis globosa L.
Cœloglossum viride Hartm.
Gymnadenia albida Rich.
Nigritella angustifolia Rich.

Salix herbacea L.
— *retusa* L.
— — var. *serpyllifolia* Scop.
— *reticulata* L.
— *glauca* L.
— *hastata* L.
— *arbuscula* Wahl.

Alnus viridis DC.

Rumex alpinus L.
Polygonum viviparum L.

Cerastium latifolium L.
Cherleria sedoides L.
Alsine verna L.
Arenaria biflora L.
Paronychia polygonifolia DC.
Herniaria alpina L.
Viscaria alpina Don.
Lychnis Flos-Jovis L.
Silene acaulis L.
— *alpina* Thom.
— *vallesia* L.

Atragene alpina L.
Anemone narcissiflora L.
— *alpina* L.
— *vernalis* L.
Ranunculus montanus Willd.
— *pyrenæus* L.
— *parnassifolius* L.
— *glacialis* L.

Papaver alpinum L.

Biscutella levigata L.
Thlaspi rotundifolium Gaud.
Braya pinnatifida DC.
Brassica repanda DC.
Cardamine alpina Willd.
— *resedifolia* L.
— *Plumieri* Vill.
Hutchinsia alpina R. Br.
Draba Wahlenbergii Hartm.
— *carinthiaca* Hoppe.
— *tomentosa* Wahl.
— *frigida* Saul.
Arabis bellidifolia Jacq.
— *cærulea* Hke.

Sedum Anacampseros L.
— *atratum* L.

Sedum annuum L.
— *alpestre* Vill.
Sempervivum arachnoideum L.
— *montanum* L.

Saxifraga retusa Gouan.
— *oppositifolia* L.
— *biflora* All.
— *Aizoon* Jacq.
— *aspera* L.
— *bryoides* L.
— *aizoides* L.
— *stellaris* L.
— *muscoïdes* All.
— *exarata* Vill.
— *androsacea* L.
Parnassia palustris L.

Potentilla intermedia L.
— *aurea* L.
— *alpestris* Hall. f.
— *grandiflora* L.
— *minima* Hall.
— *frigida* Vill.
— *nivalis* Lap.

Sibbaldia procumbens L.
Geum reptans L.
— *montanum* L.
Dryas octopetala L.
Alchemilla alpina L.

— *pentaphylla* L.

Trifolium alpinum L.
— *Thalii* Vill.
— *badium* Schreb.
Oxytropis campestris DC.
— *fætida* DC.¹
— *Gaudini* Reuter.

Viola biflora L.
— *calcarata* L.

Epilobium alpinum L.

Astrantia minor L.
Eryngium alpinum L.²
Bupleurum stellatum L.
Meum athamanticum Jacq.
— *Mutellina* Gaertn.
Gaya simplex Gaud.
Laserpitium Panax Gouan.

Rhododendron ferrugineum L.
Loiseleuria procumbens Desv.
Vaccinium Myrtillus L.
— *uliginosum* L.

Primula graveolens Heg.

¹ Rochers autour du Lac Blanc, d'après l'abbé Faure, in J. Collet, l. c. p. 165.
Dans les prairies autour des chalets de la Grande-Maison, d'après l'abbé Ravaud, l. c. p. 28.
5

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES GLACIERS DES GRANDES ROUSSES

*On suivra toute cette description détaillée
sur la Carte au 1 : 10.000 qui est annexée à ce travail.*

GLACIER DE SARENNES

PANORAMA IV.

L'ensemble des limites du bassin du Glacier de Sarennes, comme d'ailleurs de celles de tous les glaciers dont l'étude va suivre, a été esquissée dans l'étude géographique du Massif des Grandes Rousses.

Pour chacun d'eux, il convient de les reprendre, ici, avec quelque détail.

Limite
occidentale.

Le Pic du Lac Blanc, sur le versant oriental, se présente sous la forme d'une pyramide, dont l'une des faces regarde le Glacier de Sarennes, une autre, celui du Grand Sablat; l'arête qui réunit ces deux faces se prolonge vers l'Est et sépare les deux glaciers.

La Crête des Grandes Rousses subit, vers le Sud-Ouest, une légère inflexion après le Pic du Lac Blanc; elle est d'abord marquée par une échancrure assez large, puis occupée par deux sommets séparés par une brèche, après lesquels elle se redresse et reprend enfin une direction parallèle à l'ensemble de la chaîne. Dans ce dernier tronçon, elle est particulièrement monotone; une légère dépression porte le nom de Col de l'Herpie; elle est suivie de deux petits sommets accouplés, dont le plus méridional s'appelle Sommet de l'Herpie; après celui-ci, l'arête conserve encore quelque temps son allure, puis elle s'abaisse brusquement vers la vallée de la Sarennes. Sur toute sa longueur, depuis le Pic du Lac Blanc jusqu'à la Sarennes, l'arête des Rousses est formée de schistes très délitables donnant par place, en particulier sous la région de l'Herpie, des éboulis qui restent plaqués sur le versant oriental.

Limites sep-
tentrionale
et orientale.

La crête qui se détache de la base du Pic du Lac Blanc, vers l'Est, offre très rapidement des pentes abruptes du côté septentrional, tandis que le versant qui regarde Sarennes est beaucoup plus faiblement incliné. Cette crête présente d'abord un tracé circulaire marqué par trois petits sommets, dont le dernier porte le nom de Sommet de Sarennes; elle se redresse ensuite vers le Sud-Sud-Ouest, parallèlement à l'arête principale, jusqu'à un nouveau sommet (3076 m. de notre carte), qui fait suite à celui de Sarennes. Après quoi elle s'abaisse assez rapidement en se couvant vers le Sud-Est jusqu'au sommet du Château Noir; elle redevient enfin parallèle à l'arête principale pour se terminer au-dessus du coude de la Sarennes.

La glace est aujourd'hui cantonnée dans la partie élevée de l'espace ainsi délimité.

On peut tout d'abord y distinguer un bassin élevé, sorte de vaste cuvette faiblement excavée, qui s'étend jusqu'aux arêtes, sous le Pic du Lac Blanc, sous l'arête principale jusqu'un peu au delà des deux sommets séparés par une brèche dont il a été question plus haut et sous l'arête du Sommet de Sarennes jusqu'au coude qui précède le Château Noir. Ce bassin élevé se raccorde par des pentes très douces avec l'arête de Sarennes jusqu'à laquelle s'élèvent les névés. La crête des Rousses est, en revanche, un peu mieux individualisée et ses pentes schisteuses dominent le glacier.

Bassin élevé
du Glacier
de Sarennes.

Le bassin élevé se trouve à l'altitude moyenne de 3100 à 2950 mètres, la pente est faible; les crevasses sont relativement peu développées; les seuls détails à signaler sont un petit rognon rocheux émergeant au milieu du glacier, à peu de distance du bord septentrional, et un promontoire qui se détache de l'arête principale au sommet qui fait suite au Sud au Pic du Lac Blanc.

En quittant la région élevée, le Glacier de Sarennes se réduit singulièrement dans le sens transversal. Il consiste alors en une langue peu allongée qui n'occupe plus que le centre du bassin et se tient à distance à la fois de l'arête de l'Herpie et de celle de Château Noir. Il se termine d'ailleurs bientôt sur des roches moutonnées et donne naissance à deux torrents qui se réunissent pour former la Sarennes.

Langue
terminale.

Le Glacier de Sarennes n'est, à vrai dire, qu'un vaste bassin de réception, orienté vers le Sud et à l'intérieur duquel l'ablation a tout le loisir de s'exercer. Il charrie très peu; c'est un glacier propre, comme tous ceux du même type qui se raccordent par des pentes très douces avec les arêtes environnantes. Il n'y a donc pas de moraines frontales. Le front consiste en une langue amincie que découpe en deux lobes d'importance inégale un rocher émergeant vers la rive gauche. Ce front a reculé de 1905 à 1906, ainsi que le montre le croquis annexé au chapitre relatif à l'histoire récente des glaciers des Rousses.

Front
du Glacier.

De chaque côté de la langue terminale et en aval du front, jusqu'en contre-bas de l'arête de l'Herpie d'une part et jusque près de Château Noir d'autre part, s'étend une vaste région mamelonnée inclinée vers le bas et convexe dans son ensemble. Cette sorte de bouclier formé de roches dures, de teintes plutôt claires (schistes granulitiques et poudingue houiller), porte la trace d'une érosion glaciaire manifeste; vers l'aval, il se termine assez brusquement à une rupture de pente, à peu près à l'endroit où la carte de l'Etat-Major marque une réunion, d'ailleurs imaginaire, de plusieurs torrents venant du bassin de Sarennes.

Régions
situées sur les
côtés
et en aval
du Glacier.

Plus bas, en suivant la Sarennes, la topographie change d'allure; après une petite cuvette située en dessous du gradin qui termine la plate-forme mamelonnée, la vallée prend le profil en V caractéristique de l'érosion torrentielle. Elle se coude enfin pour couper et limiter la partie méridionale de la Crête des Rousses et se prolonger au Sud du Plateau de Brandes.

Pour ce glacier, comme pour tous les autres, on consultera les deux chapitres consacrés à leur repérage et à leur histoire.

Repères
et histoire.

GLACIER DU GRAND SABLAT

PANORAMA V.

Limite septentrionale.

De même que le Pic du Lac Blanc, le sommet Sud ou Pic Bayle se présente à l'Est sous forme d'une pyramide dont l'une des faces regarde le Grand Sablat, tandis qu'une autre s'incline au Nord vers le bassin des Malatres et des Quirries. L'arête de séparation de ces deux faces s'en va vers le Sud-Est rejoindre le sommet du Mont Savoyat, sorte de dalle inclinée vers l'Est qu'elle atteint après un col, le Col du Grand Sablat. Ensuite, au delà du Savoyat, la crête transversale s'abaisse fortement mais reste très individualisée sous forme d'une arête dentelée, le Coste Séverail, d'où descendent sur le versant Sud de nombreux couloirs d'éboulis et qui s'étend assez vers l'Est pour séparer complètement le bassin du Grand Sablat de celui des Malatres.

Limite occidentale.

Du Pic Bayle au Pic du Lac Blanc, l'arête principale des Rousses est marquée par deux sommets : le Pic du Grand Sablat et le Pic de la Pyramide séparés par le Col de la Pyramide.

Limite méridionale.

L'arête circulaire qui se détache du Pic du Lac Blanc, bien vite abrupte sur le versant septentrional, sépare complètement le Glacier du Grand Sablat de celui de Sarennes. Un contrefort du sommet de Sarennes enfin isole le bassin du Grand Sablat de la petite concavité occupée aujourd'hui par le Lac du Cerisier.

Description du Glacier.

On peut distinguer dans le Glacier du Grand Sablat, tel qu'il est conservé aujourd'hui, trois parties échelonnées les unes au-dessus des autres et séparées par deux seuils rocheux que la glace franchit en cascade : les deux parties les moins élevées sont ainsi, en quelque sorte, des tronçons *régénérés*.

Région élevée.

Le seuil supérieur part du Savoyat et vient rejoindre la région du Pic du Lac Blanc; le soubassement du compartiment élevé est par suite plus large vers le Nord que vers le Sud. Dans sa moitié méridionale jusqu'à peu près à la hauteur du Pic de la Pyramide, la partie haute du Grand Sablat consiste en une bande de neige et de glace très inclinée, qui descend de la Crête des Rousses et qui ne tarde pas à culminer au-dessus du seuil rocheux surmontant le compartiment moyen, tandis qu'en contre-bas du Pic de la Pyramide, du Pic Bayle et du Mont Savoyat s'étend jusqu'au Col du Grand Sablat un vrai plateau horizontal à l'altitude moyenne de 3300 mètres; vers la région médiane, à peu près entre le Pic de la Pyramide et le Pic du Lac Blanc, une cuvette, ou mieux un assez large entonnoir se trouve à l'origine du goulot principal par lequel la glace s'écoule de la partie supérieure vers le compartiment moyen.

Le plateau glacé horizontal de la région du Col du Grand Sablat domine le seuil rocheux et se déverse par deux cascades de séracs, dont l'une est médiane, assez importante et continue et dont l'autre, interrompue, se trouve vers la paroi même du Savoyat.

Compartiment moyen.

Ce compartiment moyen, très encaissé, à l'altitude moyenne de 2900 mètres, est

ainsi alimenté par la glace qui tombe de plus haut; il recueille aussi les avalanches qui descendent par les couloirs tracés sur ses parois latérales, soit vers le Savoyat, soit entre le Pic du Lac Blanc et le sommet de Sarennes. Une petite niche, située à mi-hauteur sous cette dernière arête, abrite un petit névé qui se déverse également dans le compartiment moyen.

Jusqu'ici, la glace est très propre à la surface du Glacier du Grand Sablat parce que, d'une part, la partie supérieure se raccorde sensiblement avec les arêtes, tandis que, d'autre part, dans la région moyenne, les roches (schistes granulitisés et poudingue houiller) sont résistantes et peu ébouleuses. Il n'en sera plus de même dans le tronçon inférieur.

Celui-ci n'est presque, aujourd'hui, qu'un compartiment résiduel affaissé, fort peu alimenté par ce qui descend de plus haut et situé à l'altitude moyenne de 2700 mètres. Le seuil arrondi qui le sépare du tronçon moyen est franchi par trois langues glaciaires peu épaisses. En revanche, des parois latérales et de leurs arêtes schisteuses très déchiquetées descendent de nombreux couloirs d'avalanches et d'éboulis qui contribuent, avec la réapparition des blocs provenant de la partie élevée, à faire de ce troisième compartiment une région salie par d'importants matériaux morainiques.

Les apports d'avalanche ou d'éboulis les plus abondants descendent de la rive gauche, sous le Savoyat et le Coste Séverail. Un reste d'avalanche contribuait même, en 1905, à masquer complètement le front du glacier de ce côté.

Mais les matériaux morainiques actuels sont insignifiants par rapport à ceux qu'ont laissés des extensions antérieures du glacier.

Sur la rive gauche, une splendide moraine aiguë culmine au-dessus de la partie terminale du glacier et se tient à distance de la paroi de la vallée, réservant ainsi un petit thalweg latéral entre elle et celle-ci, sous un col occupé par une petite pyramide, dans le Coste Séverail, c'est-à-dire dans l'arête qui sépare le Grand Sablat des Malatres.

La moraine dont nous parlons s'étend assez loin vers l'aval en s'abaissant. A sa terminaison correspondent, dans l'axe de la vallée, quelques amas morainiques frontaux que remanient les eaux qui s'échappent aujourd'hui du Glacier du Grand Sablat. Et même, sur la rive droite, on voit, en regard de la grande moraine de la rive gauche, des traces d'une moraine latérale sous un petit cirque et un petit col de l'arête qui sépare le Sablat de la région du Lac du Cerisier.

Tout cet appareil morainique limite une extension relativement récente, car tous les matériaux ont une teinte gris sale caractéristique et ne sont pas encore occupés par d'autre végétation que quelques plantes alpines éparses.

En revanche, plus bas, près de la partie terminale de l'arête du Cerisier, se trouve une splendide moraine frontale formée d'un assemblage de blocs énormes, souvent gros comme des maisons, de date probablement beaucoup plus ancienne. Le barrage produit autrefois par cette moraine, avant qu'elle ne soit délavée par les eaux courantes, a amené, en amont, dans un tronçon presque horizontal de la vallée, une régularisation, un nivellement et, en définitive, la production d'un plan des eaux, le seul bien net que l'on rencontre dans tout le Massif des Grandes Rousses.

Tronçon inférieur.

Moraine latérale gauche.

Moraine frontale ancienne.

GLACIER DES MALATRES ET GLACIER DES QUIRLIES

PANORAMAS III ET IV.

Limite
méridionale.

Il n'y a rien à ajouter ici à ce qui a été dit plus haut à propos du Glacier du Grand Sablat sur l'arête qui s'éloigne du Pic Bayle pour aller rejoindre le Mont Savoyat et qui se prolonge ensuite vers l'Est. Cette arête limite au Sud le bassin des Glaciers des Malatres et des Quirliès.

Limite
occidentale.

La Crête des Grandes Rousses, limite occidentale du même bassin depuis le sommet Nord ou Etendard jusqu'au Pic Bayle, réalise dans cette partie la région culminante de tout le massif. Elle se divise assez naturellement en deux tronçons, séparés par un col médian, échanerure que l'on appelle quelquefois Brèche des Grandes Rousses (3290 m. d'après nos mesures). Elle descend d'une manière continue depuis le Pic Bayle jusqu'à cette brèche, tandis qu'au contraire elle est déchiquetée et accidentée de trois sommités, ou si l'on veut de trois *Gendarmes*, depuis la brèche jusqu'au sommet de l'Etendard.

Limite septen-
trionale.

La limite septentrionale du bassin des Quirliès passe, ainsi que nous l'avons dit plus haut, par le contrefort oriental de l'Etendard et par le Col des Quirliès; elle emprunte ensuite l'arête du Massif du Sauvage jusqu'au sommet du Grand Sauvage; elle aboutit à un petit sommet moins élevé (3160 m.) situé plus à l'Est et descend enfin, suivant la crête qui le prolonge et que traverse le Col du Fond du Ferrand.

Régions d'ali-
mentation.

Dans la partie élevée du bassin qui vient d'être délimité, deux régions d'alimentation distinctes sont déterminées par une arête qui s'éloigne du Pic Bayle vers le Nord-Est, obliquement par rapport à la Crête des Rousses. La plus méridionale est située en contre-bas du Pic Bayle; elle est assez encaissée et se présente sous la forme d'un angle largement ouvert à l'Est, d'où la glace descend en franchissant un seuil sur un gradin moins élevé. La région septentrionale d'alimentation se trouve sous la Crête des Rousses, depuis le Pic Bayle jusqu'un peu au delà de la Brèche des Rousses; elle consiste en un assez large berceau qui s'amorce en divers points jusqu'à l'arête même et d'où la glace a accès vers le bas par deux courants glacés entourant une émergence rocheuse. Sous les Gendarmes et sous l'Etendard, le versant oriental de l'arête est abrupt et constitué par des dalles lisses, creusées de couloirs d'avalanches presque verticaux et généralement dépourvus de neige pendant la belle saison, sauf entre le dernier gendarme et l'Etendard, où descend une assez large excavation ouverte vers le bas; celle-ci contribue à fournir de la glace, venant rejoindre sur un palier celle qui provient du petit berceau du Pic Bayle et de la Brèche des Rousses. Sur ce palier arrive également à travers le Col des Quirliès une masse qui provient du bassin de Saint-Sorlin.

Et si l'on se maintient à l'altitude de la terminaison de l'arête oblique qui part du Pic Bayle, c'est-à-dire à peu près à 2900 mètres, on peut considérer deux glaciers, à régions d'alimentation distinctes, mais qui, plus bas, ne se conservent pas l'un par rapport à l'autre dans toute leur intégrité et avec la même importance

respective. Un nouveau départ de la glace est réglé par une petite crête dentelée, connue sous le nom de Râteau des Rousses, qui s'élève dans l'axe des régions inférieures correspondant à l'alimentation étudiée, mais qui ne se trouve pas dans le prolongement direct de l'arête descendant du Pic Bayle et qui est, au contraire, légèrement reportée au Sud. Si bien qu'elle forme éperon au milieu de l'étalement de la glace qui provient du bassin Sud et en collecte une partie au profit du glacier alimenté en outre par le bassin Nord.

Les régions inférieures des deux glaciers que l'on appelle respectivement *Glacier des Malatres* et *Glacier des Quirliès* peuvent s'étudier séparément.

Le front des Malatres s'étale largement en dessous d'un gradin situé à peu près au niveau du bec occidental du Râteau des Rousses. Dans cette partie, la glace doit avoir peu d'épaisseur, sauf au voisinage de l'arête qui descend du Savoyat où passe le courant principal des Malatres. Sur tout le glacier, la glace est propre et charrie peu, sauf vers l'arête du Savoyat, très éboulouse, qui déverse par des couloirs de nombreux matériaux donnant des traces à la surface et masquant par place le front du glacier.

Glacier
des Malatres.

En aval du front se trouvent des délaissés morainiques importants surtout vers le Sud. Tout d'abord, on peut suivre une bande de moraines sales, grisâtres, de date relativement récente.

Délaissés
morainiques
récents.

Peu conséquente vers le Râteau des Rousses, cette bande s'élargit vers le Sud, où elle est bordée extérieurement par un arc morainique très net, auquel fait suite, sous le dernier contrefort du Savoyat, une petite sinuosité moins importante dans la ligne des moraines¹.

A l'extérieur de ces moraines récentes, on trouve, vers l'extrémité du dernier contrefort du Savoyat, un nouvel arc morainique formé de gros blocs patinés et recouvert par de la végétation herbacée, qui présente comme vétusté l'aspect de la moraine inférieure du Sablat.

Moraine plus
ancienne.

Cette moraine ancienne est relativement proche du glacier. Par rapport aux deux autres qui l'encadrent, c'est-à-dire par rapport au Glacier du Grand Sablat et au Glacier des Quirliès, le Glacier des Malatres a toujours dû présenter ainsi une *plus faible extension vers l'aval*; il offre, en effet, une disposition inverse de la leur; sa région d'alimentation est peu étendue et son front s'étale largement; les deux autres ont au contraire un front moins étendu que la périphérie de leurs régions d'alimentation respectives; ceux-ci concentrent en quelque sorte vers le front l'alimentation initiale, tandis que le Glacier des Malatres l'épanouit en éventail et s'étend par suite moins loin des crêtes que les deux premiers.

Plus en aval enfin, on trouve un vaste plateau incliné, moutonné, poli, érodé, creusé de cavités occupées par des petits lacs, dont quelques-uns sont complè-

Plateau
frontal
des Malatres.

¹ Ces moraines sont très visibles sur le panorama III.

tement envahis aujourd'hui par des monocotylédones aquatiques. C'est à la surface de ce plateau que descend le torrent qui provient de la réunion des deux ruisseaux frontaux du Glacier des Malatres et qui tombe, légèrement en amont de la cascade, dans la haute vallée du Ferrand.

Glacier
des Quirliès.

Avec sa triple alimentation, le Glacier des Quirliès est l'un des plus importants du massif, le second par l'étendue après celui de Saint-Sorlin.

Région
inférieure.

La région inférieure peut être décrite comme une large langue à deux paliers principaux qui s'étale entre le Râteau des Rousses et le Massif du Sauvage.

On suit dans celle-ci jusqu'au front la part qui, vers la droite, provient du bassin d'alimentation des Malatres, grâce à la disposition suivante : l'arête rocheuse séparative des bassins d'alimentation qui descend du Pic Bayle est formée, à son extrémité inférieure, par des schistes luisants, verts, très délitables, fournissant de nombreux éboulis; les matériaux récoltés au bas de cette arête s'enfouissent momentanément dans le glacier; mais ils reparaisent un peu plus bas à la surface pour donner une traînée morainique médiane qui s'étend jusqu'au bas du glacier.

Les deux courants glacés qui descendent plus au Nord, d'une part directement de la Crête des Rousses, d'autre part du Col des Quirliès, ceinturent un îlot rocheux important surgissant sous le contrefort de l'Etendard dans les pentes du glacier.

Description
du front.

Le front s'étale largement, surtout vers le Nord, où le glacier se présente sous la forme d'une double calotte arrondie à deux étages, salie par la réapparition des matériaux morainiques. Une grotte orne aujourd'hui cette partie du front; il en sort un premier torrent qui, après quelques divagations dans les moraines frontales récentes, vient tomber en cascade au Fond du Ferrand près des Chalets Aubert. Vers la rive droite, le glacier se termine sur des roches polies. Deux nouveaux torrents en partent pour se rendre dans le Ferrand, l'un à peu près au milieu du front, l'autre à l'extrémité d'une petite langue aiguë située tout à fait sur la droite du glacier.

Moraines.

Le Glacier des Quirliès est pourvu d'un appareil très important de moraines latérales et frontales.

Moraines
et Glaciers
latéraux.

Tout d'abord, sur la rive gauche, deux moraines latérales, étagées l'une au-dessus de l'autre, partent de la base du Petit Sauvage et épousent à distance le tournant du glacier. Ces moraines laissent un espace libre entre elles et la base de l'arête qui réunit le Petit au Grand Sauvage; la paroi de cette arête est creusée d'une cavité, légèrement à l'Est du Petit Sauvage, où devait exister, à une date récente, un petit névé ou glacier suspendu, ainsi qu'en témoigne actuellement la présence d'un petit arc morainique qui s'étale en un cône d'éboulis vers l'aval.

Une autre cavité, plus importante, est creusée dans l'angle formé par les deux arêtes qui divergent sur le côté des Quirliès à partir du Grand Sauvage; cette nouvelle cavité, alimentée par deux couloirs partant, l'un du Col du Grand Sauvage, l'autre un peu à l'Est, montre également une moraine témoin d'un ancien petit névé.

Moraines
frontales
récentes.

En aval du front des Quirliès, entre celui-ci et l'abrupt qui limite la profonde

dépression du Ferrand, s'étend une marge inclinée de 4 à 500 mètres de largeur qui est salie par des délaissés morainiques récents. Les plus externes s'aperçoivent du bas, depuis les Chalets Aubert; au centre, ils bordent immédiatement le sommet de l'à-pic rocheux; tandis qu'à gauche ils descendent jusqu'à un palier situé légèrement en contre-bas et qu'à droite ils forment une sorte de goulot qui limite l'extension d'une langue ancienne et dont l'axe est occupé par le torrent de la rive droite. En arrière, sur la rive gauche, on rencontre un petit cirque morainique intermédiaire, auquel correspond un tracé torrentiel aujourd'hui abandonné, venant rejoindre l'émissaire de la rive gauche. Plus en retrait et sur presque toute l'étendue du front, à une distance du glacier variant de 20 à 50 mètres suivant les points, se trouve un cordon morainique des plus nets constituant une sorte d'amphithéâtre continu. Enfin, à l'intérieur de celui-ci se trouvent, surtout sur la rive gauche, des délaissés moins importants encore en voie de formation aujourd'hui; ils consistent en petits tas sablonneux, dus à l'accumulation des matériaux qu'abandonnent, dans leur fusion, des quartiers de glace morte isolés du glacier par les dernières crevasses transversales.

Si l'on essaye d'établir une correspondance entre les moraines latérales et les moraines frontales, il est logique d'admettre que la moraine latérale élevée est du même âge que le rempart le plus externe, c'est-à-dire que celui qui borde l'à-pic de la vallée du Ferrand, tandis que la moraine latérale inférieure est contemporaine du cordon le plus proche du glacier actuel.

Toutes ces moraines sont des moraines grises, sales, récentes, sur l'âge desquelles nous reviendrons plus loin dans le chapitre historique. Pour rencontrer des délaissés plus anciens, il faut descendre franchement dans la vallée du Ferrand. Des accumulations de blocs, entièrement occupés par la végétation, s'échelonnent sur la pente et dans le tournant du Fond du Ferrand jusque vers les Granges Aubert. Enfin, on rencontre des blocs, de dépôt encore plus ancien, à mi-hauteur sur la colline liasique du Col du Fond du Ferrand, sans parler des moraines de la vallée de Clavans, qui correspondent à une réunion de tous les glaciers du versant oriental des Rousses et dont il sera question plus loin.

Moraines
plus
anciennes.

GLACIER DE SAINT-SORLIN

PANORAMAS VII ET VIII.

Les limites occidentales du bassin du Glacier de Saint-Sorlin sont fournies par la Crête des Rousses depuis l'Etendard jusqu'au Massif de la Cochette, par les pentes orientales de ce même massif et par l'arête mousse et progressivement abaissée qui lui fait suite au Nord.

Limites
occidentales.

Depuis l'Etendard jusqu'à la Cime Nord de la Barbarate, la Crête des Rousses décrit un arc de cercle concave vers l'Ouest qui ceinture, sur le versant occidental, la partie élevée du Glacier de la Barbarate; dans ce tronçon, elle descend tout d'abord jusqu'au Col de la Barbarate, puis se relève et est accidentée par les deux Cimes de la Barbarate. Au delà de la Cime Nord de Barbarate, elle se raccorde à la Cime Sud de la Cochette par un court trajet rectiligne traversé par une brèche.

Le Massif de la Cochette se présente, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sous la forme d'une masse trapue, qui est tronquée dans sa partie supérieure et qui offre des pentes abruptes vers le Glacier de Saint-Sorlin.

Au delà de la dernière sommité de cette masse de la Cochette, c'est-à-dire au delà de l'Aiguille de Laisse, l'arête reprend, rencontre le Roc de la Balme, puis s'infléchit vers l'Est, est traversée obliquement par le Col de Montfroid, au delà duquel se trouve le sommet de la Croix de Pichoux, enfin s'abaisse vers la partie transversale du cours de l'Eau d'Olle. Dans ce dernier trajet, les pentes orientales de la Crête des Rousses sont polies, mamelonnées et faiblement inclinées vers l'émissaire occidental du Glacier de Saint-Sorlin.

Limites
méridionales
et
orientales.

Au Sud, le Glacier de Saint-Sorlin est limité par le contrefort oriental de l'Eten-dard, par le Col des Quirliès et par la masse du Sauvage.

Le sommet principal du Sauvage ou Cime du Grand Sauvage occupe à peu près l'angle Sud-Est du bassin de Saint-Sorlin. Il envoie au Sud-Ouest une arête circulaire, concave vers le Nord-Ouest, qui se termine au-dessus du Col des Quirliès vers une sommité qu'on appelle quelquefois Petit Sauvage. Vers l'Est, le Grand Sauvage (3231 m.) se prolonge par un sommet un peu moins élevé (3160 m.), séparé de lui par le Col du Sauvage et d'où descend, en définitive, l'arête du Fond du Ferrand. Vers le Nord, ce sommet (3160 m.) se continue par une ligne de crêtes dentelées, d'altitude moins élevée et qui, après avoir rencontré le Col de la Combe de la Valette, atteint le Mont Péaiaux (2964 m.).

La limite orientale du bassin de Saint-Sorlin s'infléchit ensuite momentanément vers l'Est pour être traversée obliquement par le Col de la Cime de la Valette, et elle reprend enfin sa direction Nord-Ouest, suivant la crête arrondie des Arènes, pour s'abaisser jusqu'au ruisseau de Rieu Blanc. De l'autre côté de la vallée transversale de ce torrent, une autre crête continue la précédente jusqu'au-dessus des hameaux occidentaux de Saint-Sorlin.

Caractères
généraux
du Glacier.

Le Glacier de Saint-Sorlin n'occupe plus aujourd'hui que la partie élevée du bassin ainsi délimité. Il s'étend en aval à peu près jusqu'à la latitude extrême du Massif de la Cochette et jusqu'à celle du milieu de l'arête des Arènes. Il se présente sous la forme d'une large cuvette glacée, profondément excavée, qui est relativement peu inclinée dans son thalweg et qui se raccorde régulièrement, par des pentes assez douces, avec les arêtes environnantes, au moins vers les régions d'alimentation. Le front s'étale largement; il est découpé en deux langues, ainsi que nous l'avons indiqué sommairement dans la description géographique du massif, par un promontoire rocheux, dernière avancée du socle en arrière duquel s'élève, dans l'axe du bassin, l'Aiguille Rousse de Bramant à laquelle fait suite vers le Nord l'arête du Paron. Le Glacier de Saint-Sorlin présente un *double déversement* et ses eaux s'écoulent vers l'Eau d'Olle et vers l'Arvan.

Il nous faut maintenant aborder sa description détaillée en examinant successivement les régions de réception, le thalweg, le front, les moraines et les régions situées en aval du front.

L'alimentation la plus importante provient, sur la rive gauche, du plan incliné qui descend de la Crête des Rousses, depuis l'Eten-dard jusqu'au Massif de la Cochette. Le versant septentrional de l'Eten-dard est entièrement occupé par un manteau continu de glace qui part du sommet de son contrefort oriental et de la Crête des Rousses et qui s'appuie sur le soubassement de la Cime Sud de la Barbarate. Cette vaste couverture glacée n'est interrompue que par un rocher allongé qui émerge à mi-hauteur, un peu au Nord-Est du Col de la Barbarate. Elle fournit au Glacier de Saint-Sorlin un apport très conséquent, qui descend en majeure partie vers le thalweg et gagnant légèrement vers l'aval, tandis qu'une faible portion de la glace provenant de l'Eten-dard contourne la muraille qui surmonte le Col des Quirliès et vient, ainsi que nous l'avons vu plus haut, contribuer à l'alimentation du Glacier des Quirliès.

Alimentation.
Pentes
de l'Eten-dard
et des Cimes
de la
Barbarate.

Plus au Nord, sur la rive gauche, dans l'angle formé par les deux Cimes de la Barbarate et par la muraille méridionale du Massif de la Cochette, la glace ne s'étend plus aujourd'hui jusqu'aux arêtes; il y a là un petit bassin d'alimentation indépendant, relativement encaissé, qui vient joindre son apport à celui qui descend des pentes de l'Eten-dard et du Col de la Barbarate.

D'ailleurs le Massif de la Cochette offre à sa base une annexe rocheuse, inclinée, qui sort dans le Glacier de Sorlin et réduit d'autant l'issue du bassin de réception dont il est question ici. Une pente de glace, en partie salie et masquée par les éboulis de la paroi de la Cochette, subsiste entre ce prolongement et la Cochette.

Plus en aval, le Glacier de Saint-Sorlin ne reçoit plus rien sur sa rive gauche; il côtoie la base du Massif de la Cochette, d'où ne tombent, par quelques couloirs, que des avalanches peu importantes et des éboulis qui vont contribuer à former les moraines frontales de la langue gauche du glacier.

Sur la rive droite, les régions de réception sont moins élevées que sur la rive gauche. Tout d'abord, en contre-bas de l'arête circulaire qui va du Petit au Grand Sauvage, un hémicycle glacé, limité en haut par une rimaye très nette, se raccorde largement et de plein pied par le bas avec la glace du thalweg.

Pentes
du Massif
du Sauvage
et de l'arête
du Mont
Péaiaux.

Une langue plus inclinée s'accroche ensuite au Sauvage par deux origines, l'une dans un couloir sous le sommet, l'autre au Col du Sauvage.

Enfin, en bordure du Glacier de Saint-Sorlin, une masse continue descend de l'arête qui s'étend du contrefort du Sauvage au Mont Péaiaux. Cette arête, formée de poudingues houillers, donne de nombreux éboulis qui viennent s'enfoncer dans la glace vers le raccord avec le thalweg, pour réapparaître ensuite, plus bas, dans la moraine latérale droite que nous étudierons sur la rive du Glacier de Saint-Sorlin.

Le thalweg du Glacier de Saint-Sorlin, ou mieux la large masse de glace qui s'écoule dans la région médiane du bassin, depuis la région du Col des Quirliès jusque vers le bec rocheux qui scinde en deux le front du glacier, ne montre rien de bien particulier. Elle est peu crevascée; elle offre une large étendue à l'action des rayons solaires et pendant l'été elle est partiellement inondée par les eaux de fusion qui ruissellent à sa surface et sont en particulier très abondantes au milieu de la journée sous les pentes de la Barbarate et de la Cochette.

Thalweg
du Glacier.

Il nous reste à examiner les deux langues, le front et les moraines du glacier.

Cette étude pourra se faire plus utilement après la description des ensembles montagneux et du plateau rocheux qui occupe, vers l'aval, l'axe du bassin de Saint-Sorlin.

Massif
de l'Aiguille
Rousse
de Bramant
et du Paron.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le point culminant du massif médian qui sépare les deux langues du Glacier de Saint-Sorlin et les deux thalwegs qui leur font suite est réalisé par l'Aiguille Rousse de Bramant qui s'élève comme un signal avancé dans l'axe du bassin. Ce sommet se prolonge vers le Nord par une arête qui s'abaisse lentement jusqu'à un col oblique dominant le refuge de la Balme, au delà duquel elle est relayée par l'ensemble plus massif du Paron. Celui-ci se présente sous une forme moins régulière; il est constitué par une, deux ou trois arêtes parallèles traduisant la direction vers le Nord-Est de l'affleurement des couches alternantes de schistes cristallins, de schistes houillers et de dolomies triasiques; suivant les points, ces lignes d'affleurement ont des altitudes différentes; tout s'abaisse vers le Nord, vers le Col de la Croix de Fer, au voisinage duquel une seule crête subsiste, la plus orientale, qui est formée de schistes cristallins et qui porte le nom de Petit Paron.

Le petit Massif du Paron est drainé par deux thalwegs qui se dirigent vers le Nord et se réunissent pour aboutir à l'Eau d'Olle légèrement en aval des Chalets d'Olle. Dans ces deux thalwegs on constate la présence de petits arcs morainiques laissés par d'anciens petits glaciers locaux. Sur le versant oriental qui regarde la vallée de la Balme, le Massif du Paron présente quelques cirques qui sont de même occupés par des délaissés morainiques, témoins d'anciens petits glaciers locaux.

Toute la masse de l'Aiguille de Bramant et du Paron s'individualise donc franchement au milieu du bassin de Saint-Sorlin.

Plateau
de Plan Pré.

Elle admet un prolongement vers l'amont, sous la forme d'un plateau mamelonné, triangulaire, sorte de palier basal de l'Aiguille Rousse qui s'avance en s'élevant vers le Sud. Pour simplifier l'exposition, nous appellerons ce plateau Plateau de Plan Pré, suivant un terme emprunté à la carte de M. Engelbach. De chaque côté de ce Plateau de Plan Pré s'amorcent les deux thalwegs par où s'écoulent aujourd'hui le Glacier de Saint-Sorlin et les eaux de fonte de ce glacier.

Thalweg
et Lacs de
Bramant.

Le thalweg occidental est régulier; la partie qu'occupe encore aujourd'hui le glacier est assez inclinée, mais plus en aval, la vallée est formée de trois cuvettes étagées les unes au-dessous des autres, du Sud vers le Nord, et occupées par trois lacs d'importance inégale: le Lac Tournant, le Lac Blanc et le Grand Lac. Ces lacs communiquent à la fois directement, à ciel ouvert, par des tronçons de torrent en cascades et, souterrainement, par filtration à travers les dolomies triasiques du fond de la vallée. Du dernier d'entre eux, du Grand Lac, part le Nant de Bramant qui, par un tracé oblique épousant alternativement la direction et le travers-bancs des couches, descend assez rapidement à la cascade de Bramant vers l'Eau d'Olle. Le premier, le Lac Tournant, présente une forme en croissant due à ce qu'il tend, comme de nombreux lacs de montagne, à être comblé vers l'amont par un cône de déjection provenant du remaniement des moraines de la langue gauche du Glacier de Saint-Sorlin. Eparses dans le thalweg des Lacs de Bramant, on rencontre des traces morainiques anciennes: en particulier sur la rive droite et vers le front du

Grand Lac, un petit rempart témoigne d'un stationnement glaciaire à l'origine du cours oblique du Nant de Bramant.

Nous avons vu plus haut que la petite vallée des lacs est limitée, sur la gauche, par les pentes arrondies du Roc de la Balme et du Col de Montfroid. Entre le Massif de la Cochette (plus exactement entre l'Aiguille de Laisse) et le Roc de la Balme, prend place, dans la Crête des Rousses, un col assez ouvert, en contre-bas duquel, sur le versant oriental, se trouve un petit cirque où subsistent des délaissés morainiques; ceux-ci correspondent à un ancien petit glacier local qui écoulait ses eaux dans le thalweg, à peu près au niveau du Lac Tournant.

L'ensemble des dépressions qui se trouvent à l'Est de l'Aiguille de Bramant et du Paron et qui correspondent à la branche droite du Glacier de Saint-Sorlin, dans ses extensions diverses, actuelle et anciennes, est beaucoup plus compliqué que la combe unique et sensiblement rectiligne des Lacs de Bramant.

Thalweg
oriental
du Glacier
de
Saint-Sorlin.

Aujourd'hui cette branche droite du glacier ne tarde pas à s'enfoncer entre le Plateau de Plan Pré et la région des Arènes pour donner sur le front un torrent qui s'encaisse en un profond cañon dirigé vers le Nord et qui s'incline ensuite franchement à l'Est pour traverser le prolongement des Arènes, au Sud-Est du Rieu Blanc. Mais, anciennement, le cours des émissaires de Saint-Sorlin a dû être tout autre; sur le versant Est du Plateau de Plan Pré, on observe toute une topographie qui permet d'analyser les différentes étapes du retrait de la langue droite de Saint-Sorlin.

Les moraines les plus externes de cette région se trouvent près des chalets de la Balme, un peu en dessus du Refuge César Durand; elles sont adossées aux pentes orientales de l'Aiguille de Bramant et correspondent vraisemblablement à une extension pendant laquelle le plateau moutonné de Plan Pré était complètement recouvert par la glace, tandis que l'Aiguille de Bramant émergeait et formait promontoire au milieu des deux langues du glacier. L'une des langues, la langue occidentale, s'avancait jusqu'en aval du front du Grand Lac, à l'origine des cascades actuelles du Nant de Bramant, tandis que l'autre, la langue orientale, s'étendait jusque vers le Refuge César Durand et écoulait ses eaux directement vers le Nord par la petite vallée qui aboutit aujourd'hui à Pierre-Aigue, le hameau le plus occidental du village de Saint-Sorlin.

Extension
ancienne.
Moraines
et vallée des
Chalets
de la Balme.

A cette extension extrême ont fait suite des retraits, dès le début desquels les rochers du Plateau de Plan Pré ont dû surgir en partie au milieu de la glace, pour commencer à individualiser, à leur tour, les deux branches du Glacier de Saint-Sorlin. Les eaux de la branche droite n'ont alors pas tardé à s'ouvrir une issue vers l'Est, suivant la profonde coupure qui limite au Nord la chaîne des Arènes, au Sud-Est de Rieu Blanc; et au profit de ce tronçon transversal s'est faite la capture des eaux courantes de toute la région située en amont des moraines de la Balme.

Vallée en aval
de
Rieu Blanc.

Sous l'Aiguille de Bramant et sur le versant oriental se trouve un petit cirque occupé, sans doute, dans le retrait, par un petit glacier local qui s'est séparé du grand et dont de nombreux arcs morainiques concentriques marquent les reculs successifs.

Écoulement
momentané
de la branche
gauche
vers l'Est.

Au voisinage du Lac Blanc, la vallée des lacs est à peu près au même niveau que le Plateau de Plan Pré; le cours des eaux est d'ailleurs encore indéfini dans cette partie; et certainement, pendant le retrait du Glacier de Saint-Sorlin, une partie de la branche gauche a dû s'écouler momentanément en partie vers l'Est à la hauteur du Lac Blanc.

Le recul s'accroissant encore, on est arrivé, enfin, à des extensions voisines de celle de la période actuelle, où les deux langues du Glacier de Saint-Sorlin sont cantonnées franchement de chaque côté du Plateau de Plan Pré.

Front actuel. Il nous reste à décrire le front actuel du glacier et les moraines qui le bordent immédiatement.

Langue
gauche.

Commençons par la langue de gauche.

Elle est relativement courte, lèche la paroi du Massif de la Cochette et est ceinturée sur le front par des moraines récentes, formées de micascistes, de schistes granitiques et de quelques blocs de calcaires triasiques¹, que l'on suit jusqu'au bec qui sépare les deux glaciers. On peut distinguer assez nettement deux cordons dans ces moraines qui salissent la région frontale du Glacier de Saint-Sorlin jusqu'au sommet des roches polies qui surmontent le Lac Tournant; on a vu d'ailleurs que les matériaux de ces moraines, remaniés par les eaux de fonte du glacier, tendaient à combler le Lac Tournant.

Langue
droite.

La langue droite est beaucoup plus importante; elle est située en contre-bas du Plateau de Plan Pré, mais n'occupe pas toute la largeur du bassin jusqu'au bas des Arènes; en effet, dès le bas du Col de la Cime de la Valette, sous lequel existe une petite langue adventive, le glacier se cantonne dans l'axe de sa vallée et laisse, sur sa rive droite, un plateau moutonné, partiellement recouvert par les lignes parallèles de moraines latérales récentes, en retrait les unes à l'intérieur des autres et alimentées à l'origine par les éboulis qui tombent de l'arête du Péaiaux. Ces moraines sont en effet formées en majeure partie de poudingue houiller, sauf les plus internes qui surgissent encore aujourd'hui à mi-longueur de la langue droite et dans lesquelles on note une réapparition des matériaux cristallins de la région du Sauvage.

En aval du front, avant le point où commence le cañon du torrent, se trouve un petit plateau horizontal sali par des matériaux morainiques en arcs plus ou moins concentriques, dont le plus interne a amené la formation d'un petit plan des eaux tout à fait récent.

Le bord gauche de la langue droite est longé par des eaux courantes qui sortent du glacier à peu près au tiers de la longueur à partir du bec rocheux et qui viennent se réunir sur la rive gauche de la langue droite; une assez large masse de roches moutonnées est salie par des délaissés morainiques récents. Et près du promontoire rocheux séparant les deux langues du glacier, une partie de ces matériaux est remaniée par des eaux de fonte et forme un cône de déjection dans un petit lac gris sale, dont la couleur contraste avec le bleu d'azur des cuvettes remplies

¹ Déjà signalés par M. Termier, comme preuve de la continuation jusque vers le Col des Quirlies du synclinal des Lacs de Bramant.

d'eau dans la partie plus élevée du Plateau de Plan Pré, beaucoup plus anciennement occupée par le glacier.

Nous avons négligé, jusqu'ici, dans le versant qui regarde Saint-Sorlin, la partie supérieure du Massif de la Cochette, sur laquelle il nous faut dire maintenant quelques mots.

Ainsi que l'a fort bien noté M. Engelbach, le petit Massif de la Cochette, qui, sur le versant occidental, semble continuer simplement la Crête des Rousses, montre en réalité, sur une partie de sa longueur et vers son sommet, une sorte de plate-forme inclinée à l'Est qui domine le Glacier de Saint-Sorlin. L'arête se continue avec une direction presque franchement Ouest-Est, entre la Cime Sud et la Cime Nord de la Cochette; un méplat de cette arête, incliné vers le Sud, est occupé par un petit névé de contour trapézoïdal qui culmine au-dessus de Saint-Sorlin. Mais le vrai plateau se trouve dans la partie qui correspond à l'arête, depuis la Cime Nord jusqu'à l'Aiguille de Laisse. Il est creusé, en forme d'une large selle, sous le Col de l'Œil des Rousses, entre l'Aiguille Noire et le Dôme de la Cochette. Cette cavité est occupée par un petit glacier ou névé qui devait autrefois descendre jusqu'au thalweg du Glacier de Saint-Sorlin. Ce névé reste aujourd'hui cantonné sur le plateau; il s'amorce à l'arête des Rousses, depuis la Cime Nord de la Cochette jusque vers le Dôme de la Cochette, et son front affleure aujourd'hui au bord de l'abrupt oriental du petit massif.

Une dépression moins importante, occupée également aujourd'hui par un peu de glace résiduelle, est creusée entre le Dôme de la Cochette et l'Aiguille de Laisse.

GLACIER DU SAUVAGE

Le fond de la vallée du Sauvage¹ est formé par des gradins situés en contre-bas de l'arête qui réunit le Massif du Sauvage au sommet du Péaiaux. Ces gradins sont moutonnés, arrondis, ornés de quelques flaques d'eau résiduelles et portent des débris morainiques témoignant d'une occupation glaciaire ancienne qui a dû s'étendre jusqu'au bas de la pente dans le thalweg de la vallée. Les moraines récentes, de teinte grise et non encore occupées par la végétation, sont cantonnées sur le plus élevé de ces gradins, immédiatement au-dessous de la muraille entre le Sauvage et le Péaiaux. Aujourd'hui il ne subsiste plus de l'ancien Glacier du Sauvage que deux glaciers, ou mieux deux placages témoins: l'un descend d'une petite brèche située au Sud-Est et en contre-bas de la masse du Sauvage, l'autre se trouve sous la muraille même, dans la moitié qui touche au Sauvage.

GLACIER DES ROUSSES

PANORAMAS I ET IX.

Le Glacier des Rousses occupe aujourd'hui sur le versant occidental, ainsi que nous l'avons dit plus haut, le plus élevé des trois gradins qui s'étagent en dessous de l'arête. Le glacier proprement dit s'étend seulement depuis la latitude du deuxième sommet rocheux ou mieux du deuxième gendarme situé au Sud de l'Eten-

¹ Voir le panorama III.

Partie
supérieure
du Massif
de la
Cochette.

Étendue.

dard jusqu'à la latitude du plus méridional des deux sommets succédant sur l'arête au Pic du Lac Blanc.

Alimentation. Le seul bassin de réception un peu distinct de la longue bande que forme le Glacier des Rousses se trouve à mi-hauteur sous le Pic Bayle et occupe une petite cuvette d'où la glace descend vers le glacier par deux branches entourant un rognon rocheux. Sur tout le reste de la longueur, les pentes neigeuses d'alimentation, accrochées de place en place dans des concavités du versant occidental des Rousses, se raccordent directement avec la glace du plateau; l'une d'elles en particulier s'amorce à l'arête même au Col de la Pyramide.

Glacier proprement dit. Le glacier n'offre rien de bien particulier; c'est un long plateau incliné peu crevasse récoltant les nombreux matériaux qui s'éboulent de l'arête et qui, en définitive, viennent former une ligne presque ininterrompue de moraines sur le front.

Langue de La Fare. Le glacier ne force véritablement la barre rocheuse qui le limite que vers son milieu, sous le Pic du Lac Blanc, où une langue importante du front descend jusqu'au Plateau des Petites Rousses, vers le Lac de la Fare; mais elle n'atteint plus aujourd'hui le Lac de la Fare vers lequel elle écoule ses eaux et dont elle est distante d'une centaine de mètres environ.

Torrents émissaires. Lacs de Balme Rousse, de La Fare et du Milieu. Du Lac de la Fare part vers le Nord un torrent collecteur non seulement de la langue dont il vient d'être question mais de toute la partie moyenne en latitude du Glacier des Rousses.

Tout d'abord, vers l'extrémité septentrionale, à peu près sous la Brèche des Grandes Rousses, une inflexion du front donne un torrent qui descend sur le plateau inférieur et tombe dans le Lac de Balme Rousse.

Plus au Sud que le Lac de la Fare, entre celui-ci et le col qui sépare le sommet des Petites Rousses de la chaîne principale, se trouve un autre petit lac qui porte, sur notre carte, le nom de Lac du Milieu; celui-ci reçoit un nouvel écoulement du Glacier des Rousses.

Les trois Lacs de Balme Rousse, de la Fare et du Milieu occupent la région moyenne, sensiblement horizontale, du Plateau des Petites Rousses. Des deux premiers partent deux torrents qui se rejoignent pour donner une cascade qui vient tomber sur le plateau inférieur au Nord du Refuge de la Fare. Les eaux du troisième ont une issue moins nette; leurs cours est assez indécis à la surface mamelonnée du plateau; elles vont d'une petite cuvette à l'autre et tombent en définitive dans le torrent de la Fare en amont du refuge. Le torrent résultant aboutit au ruisseau de Flumet en dessous de Vaujany.

Lac Blanc. Pour terminer ce qui concerne les émissaires du Glacier des Rousses, il faut ajouter que, vers l'extrémité méridionale, d'autres petits torrents parallèles et très voisins tombent légèrement au Sud-Est du Signal des Petites Rousses et viennent s'accumuler dans le Lac Blanc, d'où elles descendent directement au Sud vers la Sarennes en traversant le Plateau de Brandes.

Moraines récentes. Nous avons dit qu'en aval du front du glacier se trouvaient des lignes presque continues de moraines récentes ayant une teinte gris sale caractéristique. On peut y distinguer deux cordons principaux, l'un proche du glacier, l'autre plus ancien et situé à une distance frontale légèrement plus grande.

Le premier occupe le bord du gradin qu'il ne franchit qu'en un petit nombre de points. Tout d'abord, dans la région de Balme Rousse, ce premier cordon descend jusqu'au-dessus du lac et ses matériaux sont en partie remaniés par le torrent et forment une petite cône de déjection. Vers le Lac de la Fare, les arcs morainiques qui lui correspondent atteignent presque le bord oriental même du lac. Enfin, vers l'issue méridionale, des témoins subsistent seuls, découpés en petits amas indépendants par les torrents qui descendent du glacier.

En réalité, ce cordon est plus complexe; et en divers points, par exemple, près du Lac de la Fare, il montre plusieurs traînées parallèles, en retrait les unes sur les autres, mais qui toutes atteignent tout au plus le bord du Lac de la Fare.

Tel n'est pas le cas du cordon externe, surtout distinct dans la région des trois lacs mentionnés.

Près du Lac de Balme Rousse, cette extension atteint franchement le bord oriental du lac et même des délaissés, — moins nets il est vrai, — se retrouvent jusque sur son bord occidental. Entre ce lac et celui de la Fare, le cordon externe et les matériaux remaniés qui lui correspondent salissent le gradin jusqu'à mi-hauteur. Ils s'étendent ensuite sur le plateau, coupent les émissaires du Lac de la Fare et enveloppent presque complètement celui-ci pour se rapprocher enfin de la base du gradin et se diriger dans la direction du Lac du Milieu où on perd leur trace.

Sous l'Etendard et sous les deux gendarmes qui lui font suite au Sud, se trouve une petite masse glacée, indépendante aujourd'hui du Glacier des Rousses; ce nouveau petit glacier s'arrête à mi-hauteur, avant d'atteindre le bord du gradin qui prolonge celui sur lequel se trouve le Glacier des Rousses; il charrie des matériaux importants qui, vers le front, donnent une bande morainique déterminant entre elle et le bord du gradin un thalweg transversal, où subsiste de la glace résiduelle qui s'écoule vers le Nord et vers les torrents du Glacier de la Barbarate.

Le Glacier de la Barbarate s'alimente dans un cirque situé à l'altitude moyenne de 3050 à 3100 mètres sous la Crête des Rousses, dans sa portion courbe qui réunit l'Etendard à la Cime Nord de la Barbarate.

De cette région élevée, la glace descend vers l'aval et vient s'étaler sur un front assez large, au-dessus du dernier à-pic rocheux qui surmonte le Plan des Cavales.

Des torrents partent de divers points du front pour remanier les matériaux charriés par le glacier et former, en dessous de la barre rocheuse terminale, des cônes de déjection.

Au Nord du Glacier de la Barbarate, on trouve trois petits glaciers suspendus et très inclinés dans de petites concavités situées à la partie supérieure des pentes occidentales de la Crête des Rousses.

Le premier se trouve dans une courbe qui descend sous la Brèche séparant la Cime Nord de la Barbarate de la Cime Sud de la Cochette.

Le second, connu sous le nom de Glacier de la Cochette et le plus important des trois, s'amorce dans un petit cirque situé sous les Cimes de la Cochette et sous l'Aiguille Noire; en plusieurs points, les pentes élevées et très inclinées du glacier

Cordon interne.

Cordon externe.

Partie septentrionale indépendante du Glacier des Rousses.

Glacier de la Barbarate.

Glaciers de la Cochette.

atteignent la crête même; plus bas, le Glacier de la Cochette est séparé en deux parties par une petite arête rocheuse qui surgit sous l'Aiguille Noire; la langue méridionale est assez large, tandis que l'autre est beaucoup moins importante.

Le troisième, aujourd'hui presque entièrement disparu ou masqué par des éboulis, se trouve sous le Col de l'Œil des Rousses.

Les trois petits glaciers dont il vient d'être question, placés sur des pentes très raides et entourés d'arêtes ébouleuses, charrient beaucoup de matériaux qui forment des arcs morainiques, fréquents d'ailleurs en aval des glaciers de ce type. Ces matériaux sont partiellement remaniés par les eaux de fonte et donnent, à différentes hauteurs sur les pentes, des cônes de déjections dans lesquels s'infiltrèrent parfois les torrents pour ressortir plus bas au niveau du Plateau des Petites Rousses.

Le Glacier de la Barbarate, le petit glacier situé sous l'Etendard et les glaciers témoins qui font suite à celui-ci au Nord déversent leurs eaux dans la partie septentrionale inclinée du Plateau des Petites Rousses, connue sous le nom de Plan des Cavales, et donnent, en définitive, naissance, par leur réunion, au Ruisseau de la Cochette qui se jette dans l'Eau d'Olle, au Nord des Rochers Rissiou.

Dans le prolongement méridional du Glacier des Petites Rousses et à peu près à la même hauteur que lui, se trouvent respectivement, sous le Col de l'Herpie et sous les deux sommets accouplés de l'Herpie, deux cavités indépendantes occupées, autrefois par de petits glaciers dont les eaux s'écoulaient dans le Lac Blanc. Ces petits glaciers ont laissé des arcs morainiques témoins de leur ancienne existence.

Toutes les moraines dont il a été question jusqu'ici, — sauf peut-être celles de l'extérieur du Lac de la Fare, — présentaient la teinte gris sale des *moraines récentes* et commencent à se couvrir, par place, de végétation; elles ne doivent pas remonter à plus d'un siècle.

En avant de toutes ces moraines se trouve le Plateau des Petites Rousses qui, sur toute son étendue, depuis la région du Lac Blanc jusqu'au Col du Couard, offre un type tout particulier avec ses surfaces arrondies, polies et mamelonnées; le cours des ruisseaux y est en général des plus indécis; de nombreuses flaques d'eau, voire même de petits lacs, en occupent les cavités; bref, le Plateau des Petites Rousses fournit l'un des meilleurs exemples que l'on puisse citer dans les Alpes du Dauphiné de région modelée par l'érosion glaciaire¹. Il est naturel de se demander où se trouvent les moraines qui correspondent à l'extension glaciaire ayant produit ce modelé. La trace en subsiste tout d'abord dans la région du Col du Couard, à la fois en aval et en amont du Col; sur le Plateau des Petites Rousses, ou mieux vers la terminaison septentrionale du Plateau des Cavales, on voit des arcs morainiques en retrait les uns par rapport aux autres; ils marquent la limite de l'extension vers le Nord du stade glaciaire que nous appellerons le *Stade des Petites Rousses*. Au début, les eaux courantes devaient s'écouler vers le Nord par le Ruisseau de la Cochette, et c'est pendant le retrait qu'a dû se creuser, ou tout au moins s'approfondir, la vallée supérieure du ruisseau du Flumet, au Sud des Aiguillettes.

¹ Voir le panorama, IX.

Ruisseau
de la
Cochette.

Moraines
témoins
de l'Herpie.

Moraines
anciennes
du versant
occidental
des Rousses.

Stade
des Petites
Rousses.

Au-dessous du Refuge de la Fare et légèrement au Nord du Lac Carrelet, il existe une moraine de direction Est-Ouest qui correspond à la région médiane du Plateau des Petites Rousses. Alors que le Col du Couard se trouve à la cote 2235 mètres d'après nos mesures, cette moraine est sensiblement à l'altitude de 2050 mètres; et il nous semble logique d'admettre qu'elle limite l'extension au Stade des Petites Rousses d'une langue médiane du glacier qui descendait sur le plateau inférieur, de même qu'aujourd'hui une langue du Glacier des Rousses descend jusqu'au voisinage du Lac de la Fare. A cette branche du Carrelet correspondrait l'établissement de la vallée inférieure du Ruisseau de la Fare.

Nos travaux ne nous ont pas amenés dans la région du Lac Blanc, mais il est vraisemblable qu'au Stade des Petites Rousses une branche du glacier s'étendait dans cette direction.

Le gradin inférieur, ou si l'on veut le Plateau des Lacs Carrelet, Volant, etc..., et de l'Alpe d'Huez porte d'autres traces glaciaires que la moraine située au Nord du Lac Carrelet.

Tout d'abord l'allure de sa surface rappelle celle du Plateau des Petites Rousses, quoique ses caractères soient moins fraîchement conservés et en quelque sorte masqués par la végétation herbacée qui a pris possession de cette région. De plus, vers l'Alpe d'Huez, on trouve de fort belles moraines frontales emboîtées les unes dans les autres¹ et dont les plus avancées descendent vers l'aval, en cône de transition, vers Huez, Rosai et Maronne, suivant un plateau qu'entaille aujourd'hui profondément le cañon de la Sarennes. Ces moraines, sur lesquelles nous aurons à revenir et auxquelles correspond sans doute le lambeau glaciaire d'Oz, au-dessus de la vallée actuelle de l'Eau d'Olle, témoignent d'une extension glaciaire vers la périphérie du Massif des Grandes Rousses, plus importante que celle du Stade des Petites Rousses. Nous la ferons dès à présent correspondre à un stade particulier, que nous appellerons *Stade du Plateau de Brandes*.

C. J.

¹ M. Termier marque sur sa carte un placage glaciaire vers l'Alpe d'Huez, de même d'ailleurs qu'au Col de Couard.

Stade
du Plateau
de Brandes.

MESURES ET OBSERVATIONS GLACIOLOGIQUES

Nous avons rassemblé, dans ce chapitre, les mesures et observations qui constituent, en quelque sorte, les documents expérimentaux que nous avons pu recueillir sur les glaciers des Grandes Rousses. A ce point de vue si intéressant de l'expérimentation glaciologique, on constatera, dans notre travail, quelques lacunes : nous sommes les premiers à les connaître et à les regretter.

C'est ainsi que nous n'avons établi aucune ligne de jalons pour la détermination de la vitesse superficielle et la mesure de l'ablation. Les crédits dont nous disposions et les conditions, très défavorables à certains égards, dans lesquelles nous avons opéré nous ont, en effet, contraints de limiter notre programme d'études. Pour pouvoir parcourir et lever, en aussi peu de temps, des surfaces glacées de l'importance de celles qui couvrent le Massif des Grandes Rousses, il fallait gagner de nouveaux gîtes par de longs trajets à flanc de montagne, passer d'un glacier à l'autre par des cols élevés et franchir, à plusieurs reprises, la grande ligne de crête à des altitudes de 3300 à 3400 mètres; notre caravane devait donc être essentiellement mobile et nous ne pouvions songer à augmenter nos bagages, déjà lourds, de la centaine de kilos représentant le matériel nécessaire au forage des trous et à l'enfoncement des jalons.

Ce chapitre pourra, par suite, être utilement complété dans l'avenir; il sera intéressant, notamment, de placer quelques lignes de piquets en allant relever les repères qui ont été placés aux fronts des glaciers.

SUPERFICIES DES GLACIERS DES GRANDES ROUSSES

Nous avons mesuré, au planimètre Coradi, les superficies des glaciers dans leur état d'extension à l'époque du levé de la carte, c'est-à-dire en 1905 et en 1906. Les nombres, figurant dans le tableau ci-dessous, représentent les superficies en hectares, déduction faite, lorsqu'il y a lieu, des îlots rocheux qui émergent de la glace.

Nous avons fait figurer, séparément, dans ce tableau, les névés glaciaires qui, isolés de toutes parts, sont nettement distincts de l'appareil glaciaire proprement dit. Tels sont, dans le bassin de Saint Sorlin, le névé du versant Est du chaînon de la Cochette, entre la Cime Est et le Dôme de la Cochette, et le petit névé du versant Sud du même chaînon, entre la Cime Ouest et la Cime Est de la Cochette. Tel est encore, sur le versant Ouest de la grande chaîne, le névé de l'Etendard, entre le Glacier des Rousses et le Glacier de la Barbarate.

Presque toujours, le bassin glaciaire est nettement caractérisé et le périmètre se détermine sans hésitation, puisqu'il est constitué par la ligne de séparation du glacier et du sol rocheux ou morainique. Même au col glaciaire des Quirliès, la

délimitation entre le bassin de Saint Sorlin et celui des Quirliès était aisée à fixer : nous avons pris une ligne parallèle à la courbe 3000 mètres du col (versant des Quirliès) et correspondant sensiblement à la courbe d'altitude 3005 mètres.

Beaucoup plus conventionnel était le choix de la limite entre les Glaciers des Quirliès et des Malatres. A la vérité, le Glacier des Quirliès est bifide, au même titre que celui de Saint Sorlin; la langue Sud et le bassin d'alimentation qui y correspond ont reçu le nom de Glacier des Malatres, mais une certaine partie des neiges accumulées dans ce bassin d'alimentation s'écoule, en réalité, vers le Nord-Est, dans le Glacier des Quirliès proprement dit. Il a donc fallu tracer une ligne fictive pour délimiter les deux bassins glaciaires. Cette ligne part de la station 7, à l'extrémité Ouest du Râteau des Rousses; elle se dirige, suivant une droite, normalement aux courbes de niveau convexes, qui témoignent de la poussée des glaces vers le bassin des Quirliès, et vient aboutir au fond d'une langue de névé, un peu au Sud du point où la courbe 3000 mètres atteint le rocher. C'est à cette limite conventionnelle, ainsi définie, que correspondent les mesures de la superficie du Glacier des Quirliès et de celui des Malatres.

Époque du levé	Glaciers et névés glaciaires	Superficies en hectares
Août 1905	Glacier de Saint Sorlin	429,8
—	Névé Est de la Cochette	33,6
—	Névé Sud de la Cochette	3,0
—	Glacier des Quirliès	208,2
—	Glacier des Malatres	75,3
—	Glacier du Grand Sablat	90,3
Août 1906	Glacier de Sarennes	109,2
—	Glacier des Rousses	224,4
—	Névé de l'Etendard	19,9
—	Glacier de la Barbarate	63,2
—	Glacier de la Cochette	24,0
TOTAL.....		1.280,9

On voit que les Glaciers de Saint Sorlin et des Quirliès, réunis, correspondent à plus de la moitié de la superficie totale des glaciers des Grandes Rousses, le Glacier de Saint Sorlin en représentant, à lui seul, plus du tiers.

LIMITE TOPOGRAPHIQUE DES NEIGES

Nous avons cherché à déterminer la limite topographique des neiges dans le Massif des Grandes Rousses. Dans ce but, nous avons noté, sur le terrain, les positions planimétriques et altimétriques des flaques de neige les plus basses qui persistent à la fin de l'été, grâce à des conditions topographiques favorables. La réunion des points ainsi obtenus constitue la limite topographique des neiges qui se présente donc comme un fait d'observation directe.

Bassin de Saint Sorlin. — La région de ce bassin, immédiatement supérieure à la limite probable des neiges, n'offre qu'un relief peu accidenté, où l'insolation doit s'exercer assez uniformément. Aussi n'avons-nous observé (10 août 1905), comme

neiges permanentes, qu'une dizaine de flaques sur le versant Est du cirque du Roc de la Balme, à une altitude moyenne de 2700 mètres environ.

Bassin des Quirlies. — Dans le vallum assez étroit compris entre la moraine latérale de la rive gauche du glacier et les pentes d'éboulis du versant Sud de la Crête des Sauvages, au point même où la moraine se termine en aval, nous avons trouvé (8 août 1905) les restes d'une avalanche (altitude 2670 m.). C'est la plaque neigeuse la plus basse qui subsiste dans ce bassin; son existence est d'ailleurs normale et l'un de nous, qui, depuis dix ans, a plusieurs fois parcouru cette région à la fin de l'été, l'a toujours observée.

D'autre part, dans la longue pente d'éboulis formant le versant Sud du Col du Grand Sauvage, se trouve un groupe important de flaques de neige, dont l'altitude inférieure est d'environ 2750 mètres. En raison du caractère particulier de la première flaque de neige (avalanche résiduelle), nous prendrons pour limite topographique, dans le bassin des Quirlies, l'altitude moyenne de 2710 mètres.

Bassin des Malatres. — Dans le bassin largement ouvert des Malatres, nous n'avons remarqué aucune plaque de neige permanente, au dehors du glacier, sauf dans les rochers de la face Est du Mont Savoyat, à une altitude de 2950 à 3000 mètres, évidemment supérieure à l'altitude de la ligne de névé, c'est-à-dire supérieure, d'après les idées reçues, à la limite climatique des neiges.

Bassin du Grand Sablat. — La langue terminale et les délaissés morainiques du Glacier du Grand Sablat sont dominés, sur la rive droite, par la paroi abrupte qui forme le versant Nord-Est de la crête reliant le Pic du Lac Blanc au Sommet de Sarennes. Au pied même de la paroi rocheuse et au Sud du front du glacier, plusieurs névés importants subsistaient, à l'abri du soleil, vers le milieu du mois d'août 1905 et au commencement du mois de septembre 1906. Leur existence doit être normale, ainsi qu'en témoignent plusieurs photographies prises au cours des huit dernières années; leur altitude inférieure est de 2650 mètres environ.

Bassin de Sarennes. — Dans les anfractuosités des contreforts du Château Noir, c'est-à-dire sur la rive gauche du bassin, nous avons remarqué quelques plaques de neige peu importantes. Dans le terrain de débris morainiques et de roches moutonnées, constitué par les délaissés glaciaires s'étendant entre l'Herpie et le Glacier de Sarennes, subsistaient, en 1905 et en 1906, de nombreuses flaques de neige, dont les plus étendues couvraient à peu près un demi-hectare. L'altitude moyenne des flaques inférieures était de 2750 mètres.

Bassin des Rousses. — Sur le versant Ouest de l'Herpie, à la naissance des pentes d'éboulis, nous avons observé, le 20 août 1906, une série de flaques de neige, dont l'extrémité inférieure était à la cote moyenne de 2700 mètres. D'autre part, au Nord de la ligne de partage des eaux (Col de la Fare), située à l'Est du Dôme des

Petites Rousses, le Plateau des Petites Rousses était parsemé d'un très grand nombre de flaques de neige, d'étendue variable et dont les plus grandes atteignaient une superficie approximative d'un demi-hectare; à la latitude du Lac de Balme-Rousse, la limite inférieure des plaques neigeuses persistantes était à une altitude de 2550 mètres.

Nous avons enfin à signaler, dans les deux combes très encaissées qui convergent sur le Refuge de la Fare, des témoins d'avalanches de fond, à l'altitude même du refuge, soit 2300 mètres. Nous ne ferons pas entrer en ligne de compte ces restes de grandes avalanches, non point que leur protection orographique soit trop nettement caractérisée, mais parce que l'état physique de la neige qui les constitue les rend beaucoup plus résistants aux influences calorifiques extérieures que la neige normalement tassée, au lieu même de sa chute.

Bassins de la Barbarate et de la Cochette. — En suivant vers le Nord le Plateau des Petites Rousses, qui prend, à partir du Lac de Balme-Rousse, le nom de « Plan des Cavalles », nous avons rencontré (14 août 1906) d'assez nombreuses flaques de neige, éparées sur les pentes Ouest qui dominent le plateau. A la latitude du Lac de la Jasse, correspondant à la latitude moyenne du Glacier de la Barbarate, les plaques de neige descendaient vers 2500 mètres; elles s'arrêtaient sensiblement à la même altitude de 2500 mètres aux environs du Col du Couard, c'est-à-dire en face du Glacier de la Cochette.

En se dirigeant au Nord vers le Roc de la Balme, la limite topographique remontait à 2700 mètres environ; elle passait, notamment, au-dessous d'un névé glaciaire, à moraine frontale très caractérisée, que domine le Col de l'Œil des Rousses.

Conclusions. — Nous avons rassemblé dans le tableau suivant les valeurs de la limite topographique des neiges persistantes, telles qu'elles résultent des observations précédentes. D'autre part, on sait que M. A. Hansen admet que, dans un massif montagneux, la limite topographique des neiges se confond avec la ligne joignant les fronts des divers glaciers du massif; il était aisé de comparer, aux résultats de l'observation directe, ceux fournis par cette méthode indirecte et nous avons fait figurer, dans la deuxième colonne, les altitudes des fronts de glaciers correspondants.

	Valeurs directes de la limite topographique	Altitudes des fronts des glaciers	Écart
	mètres	mètres	—
Saint Sorlin	2700	2565 ¹	— 135
Quirlies-Malatres	2710	2650 ²	— 60
Grand Sablat	2650	2625	— 25
Sarennes	2750	2770	+ 20
Rousses { Partie Sud	2700	2870	+ 170
{ Partie Nord	2550	2660	+ 110
Barbarate	2500	2685	+ 185
Cochette	2700	2700	0
Moyenne =	2658	2691	

¹ Moyenne du front Ouest (2620 m.) et du front Est (2510 m.).

² Moyenne du front des Quirlies (2570 m.) et du front des Malatres (2730 m.).

On voit tout d'abord que, dans le Massif des Grandes Rousses, la limite topographique des neiges, telle qu'elle résulte de l'observation, est constamment voisine de 2700 mètres, sauf dans la partie centrale du versant Ouest, où elle s'abaisse à 2500-2550 mètres.

En outre, les valeurs obtenues par la méthode de Hansen ne concordent nullement avec les valeurs directes et les variations des deux séries de nombres sont même entièrement différentes. Pour les glaciers se rapprochant du type de glacier de vallée (Saint Sorlin, Quirilies), les écarts sont négatifs et atteignent 135 mètres; dans ce cas, les glaciers descendent plus bas que la limite topographique. Pour les glaciers suspendus et les glaciers de cirque (Rousses, Barbarate), les écarts sont positifs et atteignent presque 200 mètres; ici, les glaciers s'arrêtent bien au-dessus de la limite topographique.

Lorsqu'un massif montagneux comprend des glaciers appartenant aux divers types précédents, il pourra s'établir, entre les écarts positifs et les écarts négatifs, une compensation plus ou moins rigoureuse et la valeur moyenne, calculée par la méthode de Hansen, se trouvera parfois assez voisine de la valeur moyenne tirée des observations directes. Tel est ici le cas : les altitudes moyennes 2660 et 2690 sont, par hasard, sensiblement concordantes.

LIMITE DU NÉVÉ

Tout glacier comporte, on le sait, deux zones bien distinctes : la zone supérieure, où les influences calorifiques extérieures sont insuffisantes à fondre la couche de neige tombée pendant l'hiver, forme le bassin d'alimentation; la zone inférieure, où la neige de l'hiver disparaît totalement et où le glacier lui-même fond partiellement, constitue le bassin d'ablation. Il est clair que la ligne, séparant le bassin d'alimentation du bassin d'ablation, remonte vers le haut du glacier à mesure que l'été s'avance et qu'elle atteint son recul maximum à un moment donné, en général vers la fin du mois d'août. Considérée dans cette position d'équilibre, elle a reçu le nom significatif de limite du névé (Firngrenze) ou ligne de névé (Firnlinie).

En fait et par sa définition même, la limite du névé se confond avec la limite réelle, sur le glacier, des neiges persistantes. Elle pourrait donc se déterminer par l'observation immédiate; mais, à l'épreuve, ce procédé s'est montré incertain et pénible et on a cherché d'autres procédés plus sûrs ou plus commodes. C'est à cette préoccupation que répondent les méthodes indirectes de Brückner et de Kurowski et la méthode directe de Hess pour la détermination de la ligne de névé.

Bien qu'on doive aujourd'hui considérer la méthode de Hess¹ comme très nettement supérieure à celles de Brückner et surtout de Kurowski, nous avons appliqué concurremment ces trois méthodes² à tous les glaciers des Grandes Rousses que

¹ On se reportera utilement, pour la lecture de ce chapitre, à l'ouvrage fondamental qu'a publié M. Hess : Die Gletscher.

² Nous croyons bon de signaler, à propos de la méthode de Hess, les avantages que nous avons retirés de l'emploi des photographies stéréoscopiques; on arrive facilement à lire, à voir en relief ces épreuves, sans le secours d'aucun appareil, de telle sorte qu'on peut consulter un dossier de photographies stéréoscopiques avec la même rapidité qu'une collection de photographies ordinaires.

nous allons passer en revue, pour faire connaître les résultats auxquels nous a conduits ce travail.

En même temps, lorsque le glacier comporte des moraines, nous indiquerons l'altitude à laquelle elles émergent du glacier; les moraines n'apparaissant que dans le bassin d'ablation, leur point d'apparition peut, en général, être considéré comme très voisin de la ligne de névé.

Glacier de Saint Sorlin. — Les mesures ont été faites en laissant de côté les névés glaciaires, isolés, des versants Est et Sud du Massif de la Cochette. L'altitude de la ligne de névé serait :

- | | |
|---|--|
| 1° par la méthode de Brückner = 2770 m. | |
| 2° par la méthode de Kurowski = 2870 m. | |
| 3° par la méthode de Hess | $\left\{ \begin{array}{l} \text{sur la rive gauche} = 2800 \text{ m.} \\ \text{sur la rive droite} = 2740 \text{ m.} \end{array} \right\} \text{ moyenne} = 2770 \text{ m.}$ |

Ainsi que l'a fait remarquer Hess, la ligne de névé n'est pas toujours une courbe de niveau; par suite de la protection orographique, la ligne de névé se trouve fréquemment à des altitudes différentes, sur l'un et l'autre bords du glacier. Cette influence de l'orientation est ici très nette : la rive gauche du Glacier de Saint Sorlin est exposée au Sud-Est, tandis que, sur la rive droite exposée au Nord, le glacier forme, dans les pentes du Mont Péaiaux et du Col de la Cime de la Valette, une enclave de névé.

Les moraines n'apparaissent à la surface du glacier qu'à une altitude moyenne de 2715 mètres, sensiblement inférieure à celle de la ligne de névé.

Glacier des Quirilies. — Le périmètre du Glacier des Quirilies a été fixé, pour les mesures, ainsi qu'il a été dit précédemment à propos de la superficie des glaciers. La ligne de névé a comme altitude, dans ces conditions :

- | | |
|---|--|
| 1° par la méthode de Brückner = 2765 m. | |
| 2° par la méthode de Kurowski = 2860 m. | |
| 3° par la méthode de Hess | $\left\{ \begin{array}{l} \text{sur la rive gauche} = 2820 \text{ m.} \\ \text{sur la rive droite} = 2730 \text{ m.} \end{array} \right\} \text{ moyenne} = 2775 \text{ m.}$ |

Ici encore, l'influence de l'exposition sur l'altitude de la ligne de névé se traduit de la façon la plus nette : sur la rive droite du glacier, protégée par les pentes Nord de la crête du Râteau des Rousses, la ligne de névé descend à 2730 mètres, alors qu'elle remonte à 2820 mètres sur la rive gauche, largement exposée au soleil.

La naissance de la moraine est ici à 2775 mètres, ce qui vérifie rigoureusement l'altitude moyenne obtenue par la méthode de Hess.

Glacier des Malatres. — Ce glacier n'est qu'une branche, à langue terminale distincte, du Glacier des Quirilies; nous avons dit plus haut comment nous l'avons délimité.

1 ^{re} méthode de Brückner	= 2835 m.							
2 ^{re} méthode de Kurowski	= 2895 m.							
3 ^{re} méthode de Hess	<table> <tr> <td>{</td><td>rive gauche = 2850 m.</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>rive droite = 2790 m.</td><td></td></tr> </table>	{	rive gauche = 2850 m.			rive droite = 2790 m.		} moyenne = 2820 m.
{	rive gauche = 2850 m.							
	rive droite = 2790 m.							

L'exposition des rives du glacier est la même qu'aux Quirilies; la variation d'altitude de la ligne de névé est aussi de même sens.

L'apparition des moraines à 2820 mètres apporte encore une remarquable confirmation de l'altitude moyenne obtenue par la troisième méthode.

Glacier du Grand Sablat. — Comme il a été dit d'autre part, dans la description détaillée des glaciers du massif, le Glacier du Grand Sablat se divise en trois plateaux successifs, séparés par deux barres rocheuses abruptes. Ces barres émergent sur la plus grande partie de leur largeur et la continuité de l'appareil glaciaire n'est plus assurée aujourd'hui que sur quelques points; en particulier, les cascades de glace, franchissant la barre inférieure, n'ont plus qu'une très faible épaisseur et la langue terminale du Grand Sablat tend à devenir un glacier *mort*. Cette transformation serait même un fait accompli, si cette partie du glacier n'occupait une combe extrêmement encaissée et n'était très efficacement protégée contre les rayons solaires.

Il résulte de ceci que le Glacier du Grand Sablat ne se prête que fort mal à la détermination de la ligne de névé par la méthode de Hess; car, jusque dans sa langue, que les avalanches recouvrent encore à la fin de l'été, les courbes de niveau conservent la forme caractéristique qu'elles possèdent dans le bassin d'alimentation.

1 ^{re} méthode de Brückner	= 2895 m.							
2 ^{re} méthode de Kurowski	= 3145 m.							
3 ^{re} méthode de Hess	<table> <tr> <td>{</td><td>rive gauche = 2890 m.</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>rive droite = 2930 m.</td><td></td></tr> </table>	{	rive gauche = 2890 m.			rive droite = 2930 m.		} moyenne = 2910 m.
{	rive gauche = 2890 m.							
	rive droite = 2930 m.							

Sur la langue terminale, souillée par des éboulis et des débris d'avalanches, la première moraine, nettement caractérisée, apparaît à 2720 mètres.

Glacier de Sarennes. — A la surface de ce glacier, qui est un exemple typique du glacier de cirque, n'apparaît aucune moraine.

1 ^{re} méthode de Brückner	= 2995 m.							
2 ^{re} méthode de Kurowski	= 3030 m.							
3 ^{re} méthode de Hess	<table> <tr> <td>{</td><td>rive gauche = 3000 m.</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>rive droite = 2950 m.</td><td></td></tr> </table>	{	rive gauche = 3000 m.			rive droite = 2950 m.		} moyenne = 2975 m.
{	rive gauche = 3000 m.							
	rive droite = 2950 m.							

Glacier des Rousses. — Les mesures ont été prises, comme il a été dit précédemment, en laissant de côté le névé glaciaire qui s'étend au pied de la face Ouest du Pic de l'Etendard et en assimilant l'ensemble du glacier à un appareil unique. Les résultats ont été les suivants :

1 ^{re} méthode de Brückner	= 2895 m.							
2 ^{re} méthode de Kurowski	= 2950 m.							
3 ^{re} méthode de Hess	<table> <tr> <td>{</td><td>rive gauche = 2900 m.</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>rive droite = 2860 m.</td><td></td></tr> </table>	{	rive gauche = 2900 m.			rive droite = 2860 m.		} moyenne = 2880 m.
{	rive gauche = 2900 m.							
	rive droite = 2860 m.							

Nous avons observé, d'autre part, que les moraines apparaissent vers le milieu du glacier, à 2900 mètres, et sur la rive droite à 2860 mètres, c'est-à-dire exactement aux altitudes données par la troisième méthode.

Il faut remarquer, en ce qui concerne l'application de la méthode de Hess, que toute la région Sud du Glacier des Rousses est presque intégralement située dans le bassin d'alimentation. Au reste, le Glacier des Rousses appartient à un type assez curieux de glaciers alpins : il est constitué par une bande glaciaire, beaucoup plus large que longue, à deux versants, formant trois fronts indépendants qui sont, en allant du Nord au Sud : le front du Lac de Balme-Rousse, le front du Lac de la Fare (le plus important) et le front du Lac du Milieu.

Nous avons conventionnellement divisé cette bande en trois glaciers élémentaires, à chacun desquels correspond un des trois fronts précédents; il suffit, pour cela, de réunir, par deux droites fictives, d'une part la station 34 au contrefort situé au Sud de la Brèche des Grandes Rousses et d'autre part la station 50 au contrefort issu de l'arête Ouest du Pic Bayle. Appliquée à chacun des trois glaciers ainsi délimités, la méthode de Brückner fournit, comme altitudes de la ligne de névé :

- A. — Glacier Nord (front du Lac de Balme Rousse) = 2832 m.
- B. — Glacier Central (front du Lac de la Fare) = 2895 m.
- C. — Glacier Sud (front du Lac du Milieu) = 2935 m.

Il est remarquable de retrouver ici, pour le seul appareil à langue terminale bien caractérisée, à savoir le Glacier central, la même limite de névé (2895 m.) que pour l'ensemble du Glacier des Rousses (2895 m., Brückner). On pouvait, en effet, s'attendre à trouver, dans ce dernier cas, une valeur trop forte de la limite du névé, puisqu'on faisait intervenir dans les calculs les régions extrêmes (Nord et Sud) de ce glacier, régions dont les bassins d'ablation sont en quelque sorte atrophies.

Glacier de la Barbarate. — Au Sud de son écoulement principal, le Glacier de la Barbarate possède une branche secondaire qui, réduite à une couche de glace de faible épaisseur, tend à devenir un glacier mort. En laissant de côté cette branche Sud, on obtient les résultats suivants pour la limite du névé :

- 1^{re} méthode de Brückner = 2890 m.
- 2^{re} méthode de Kurowski = 3005 m.

Cependant, la langue Sud fait encore partie, à l'heure actuelle, du système glaciaire de la Barbarate et il nous a paru plus logique de la faire intervenir dans la détermination de la ligne de névé. Les résultats sont alors légèrement modifiés de la façon suivante :

1 ^{re} méthode de Brückner	= 2870 m.							
2 ^{re} méthode de Kurowski	= 2990 m.							
3 ^{re} méthode de Hess	<table> <tr> <td>{</td><td>rive gauche = 2880 m.</td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>rive droite = 2880 m.</td><td></td></tr> </table>	{	rive gauche = 2880 m.			rive droite = 2880 m.		} moyenne = 2880 m.
{	rive gauche = 2880 m.							
	rive droite = 2880 m.							

Pas de moraine à la surface du glacier.

Glacier de la Cochette. — De même que le précédent, le Glacier de la Cochette possède une branche secondaire qui, au Nord de l'écoulement principal, tend à

disparaître ou dont, tout au moins, l'alimentation est fort réduite. Pour la même raison que plus haut, nous l'avons comprise dans les mesures.

1^{re} méthode de Brückner = 2800 m.

2^e méthode de Kurowski = 2870 m.

Les courbes de niveau, uniquement déterminées par intersection, n'ont pas une allure assez précise pour que la méthode de Hess soit applicable.

Conclusions. — Les résultats, fournis par chacune des trois méthodes de détermination de la ligne de névé que nous avons employées, sont rassemblés dans le tableau ci-après :

Glaciers	ALTITUDE DE LA LIGNE DE NÉVÉ, D'APRÈS MÉTHODE DE :				
	Kurowski K	Brückner B	Hess H	Écarts (H-B)	Écarts (K-B)
—	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres
Saint Sorlin	2870	2770	2770	0	+ 100
Quirliès	2860	2765	2775	+ 10	+ 95
Malatres	2895	2835	2820	— 15	+ 60
Grand Sablat	3145	2895	2910	+ 15	+ 250
Sarennes	3030	2995	2975	— 20	+ 35
Rousses	2950	2895	2880	— 15	+ 55
Barbarate	2990	2870	2880	+ 10	+ 120
Cochette	2870	2800	(2800)	»	+ 70
Moyenne =	2951	2853	2851		

On voit que les valeurs obtenues par la méthode de Hess concordent d'une manière très satisfaisante avec celles obtenues par la méthode de Brückner : les écarts, qui paraissent purement accidentels, sont tantôt positifs et tantôt négatifs, mais ne dépassent pas 20 mètres en valeur absolue. Aussi avons-nous admis que, sur le Glacier de la Cochette, la limite du névé, déterminée par la méthode de Hess, se trouverait à l'altitude même (2800 m.) fournie par la méthode de Brückner.

Les moyennes générales, établies dans ces conditions pour les deux méthodes précédentes, sont respectivement 2853 et 2851 mètres; elles sont pratiquement identiques et nous admettrons que l'altitude moyenne de la ligne de névé, dans le Massif des Grandes Rousses, est 2850 mètres.

D'autre part, la méthode de Kurowski conduit à des résultats constamment supérieurs aux précédents : les écarts, toujours positifs, et par conséquent systématiques, atteignent 120 et même 250 mètres. Aussi la moyenne générale (2951 m.) fournie par cette méthode est-elle de 100 mètres plus élevée que la valeur commune (2852 m.) aux deux méthodes de Brückner et de Hess.

En résumé, lorsqu'on ne dispose pas d'une carte à grande échelle, suffisamment précise pour appliquer la méthode de Hess, il semble bien qu'on puisse, sans crainte d'erreur grossière, avoir recours à la méthode de Brückner; mais on ne saurait, en aucun cas, tenir pour recommandable la méthode de Kurowski.

Au point de vue de l'influence de la forme du glacier sur la ligne de névé, nous pouvons remarquer que, pour les deux seuls appareils des Grandes Rousses se rapprochant du type de glacier de vallée, à savoir les Glaciers de Saint Sorlin et des Quirliès, l'altitude de la ligne de névé est sensiblement la même (2770 et 2775

par la méthode de Hess) et que cette altitude est nettement inférieure à celle de la limite du névé sur tous les autres glaciers.

Pour mettre en évidence l'influence de l'orientation sur la ligne de névé, nous grouperons de la façon suivante les résultats obtenus par la méthode de Hess.

Orientation	Glaciers	Ligne de névé mètres	Moyenne mètres
Nord	{ Saint Sorlin	2770	2780
	{ Cochette	2800	
Est	{ Quirliès	2775	2800
	{ Malatres	2820	
Sud	{ Grand Sablat	2910	2945
	{ Sarennes	2975	
Ouest	{ Rousses	2880	2880
	{ Barbarate	2880	

On voit que les glaciers possédant une même orientation ont des limites du névé très voisines, sinon identiques, de sorte que les valeurs moyennes, occupant la quatrième colonne du tableau précédent, traduisent l'influence de l'orientation sur l'altitude de la ligne de névé dans un même massif.

Ces résultats confirment pleinement le premier principe général dégagé par Richter et Jegerlehner : pour les glaciers d'un même massif, la limite du névé est plus basse sur le versant Nord (2780 m.) que sur le versant Sud (2945 m.). En outre, sur les versants Est et Ouest, la limite du névé se trouve à des altitudes intermédiaires entre celle du versant Nord et celle du versant Sud.

Nous pouvons même, dès aujourd'hui, vérifier le second principe énoncé par les auteurs précédents, à savoir que, dans un système montagneux complexe, la limite du névé s'élève, lorsqu'on va de la chaîne externe vers le centre de soulèvement. En effet, dans les Alpes du Dauphiné, nous comptons trois massifs contigus, de relief croissant : ce sont, de l'Ouest à l'Est, le Massif de Belledonne et d'Allevard, puis le Massif des Grandes Rousses et enfin le Massif de l'Oisans.

Nous connaissons, par les observations précédentes, la valeur moyenne (2850 m.) de la ligne de névé dans la chaîne intermédiaire, celle des Grandes Rousses.

Pour le Massif de Belledonne et d'Allevard, aucune valeur expérimentale analogue n'a été publiée à notre connaissance; nous pouvons cependant nous appuyer sur les considérations suivantes, pour donner une altitude approximative de la limite du névé dans ce massif, que l'un de nous, au moins, a maintes fois parcouru.

La chaîne de Belledonne comprend, sans parler des névés permanents, deux petits glaciers : celui de Freydane et celui de la Sitre; la chaîne d'Allevard (y compris le chaînon des Sept-Laix) possède, entre autres glaciers, ceux de la Combe Madame, du Gleysin, de Comberousse et du Croset.

Le Glacier de Freydane s'étend à l'Ouest des Trois Pics de Belledonne, dont les parois abruptes le dominent; l'altitude des pentes supérieures du glacier est très voisine de celle des deux cols de Freydane (2650 m.; tr. Helbronner) et de la Bal-

mette (2628 m., tr. H.), par lesquels on débouche sur le glacier; l'altitude moyenne de celui-ci est donc certainement inférieure à 2650 mètres.

Le Glacier de la Sitre est situé au Nord-Ouest de la Grande Lance de Domène (2795 m., tr. H.), dont le sommet s'élève à 150 mètres environ au-dessus des hautes pentes du glacier; l'altitude moyenne de ce dernier peut être approximativement fixée à 2650 mètres.

Le Glacier de la Combe Madame couvre le versant Nord du Col d'Argentière (2645 m., tr. H.), entre les Rochers Billan et l'Aiguille de Marcieu; son altitude moyenne est, par conséquent, au plus égale à 2600 mètres.

Les Glaciers du Gleysin et de Comberousse entourent, à l'Ouest et au Sud, la Pointe du Grand Glacier (2827 m.); leurs bassins de réception communiquent l'un avec l'autre par le large col glaciaire de Comberousse (2667 m., tr. H.). D'autre part, les pentes hautes du Glacier de Comberousse ne s'élèvent pas sensiblement au-dessus du Col de Valloire (2758 m., tr. H.). Il n'est donc pas exagéré d'admettre, pour altitude moyenne de ces glaciers, 2650 mètres.

Enfin les pentes Nord du Pic du Frêne (2808 m.) sont occupées par le Glacier du Croset, dont l'altitude moyenne peut être évaluée à 2700 mètres environ.

On voit, en somme, que la limite moyenne du névé, dans le Massif de Belledonne et d'Allevard, est, très vraisemblablement, voisine de 2650 mètres.

D'autre part, pour le Massif de l'Oisans, nos observations en cours semblent devoir nous conduire à une altitude de 2950 à 3000 mètres, comme valeur moyenne de la limite du névé dans ce massif.

Nous résumerons ces diverses données sous la forme suivante :

Massif	Altitude du point culminant	Altitude moyenne de la limite du névé
—	mètres	mètres
Belledonne-Allevard	2981	2650
Grandes Rousses	3470	2850
Oisans	4103	2950-3000

L'accroissement d'altitude de la ligne de névé, en fonction du relief du massif montagneux, se traduit donc nettement dans les Alpes du Dauphiné.

LIMITE CLIMATIQUE DES NEIGES

La limite climatique des neiges répond à une conception théorique et a été définie comme la ligne de réunion des points les plus bas, où, *sur une surface horizontale et non abritée du soleil*, la neige subsiste encore à la fin de l'été. Elle ne diffère, comme définition, de la limite topographique que par les conditions orographiques spéciales énoncées ci-dessus. Ces conditions ne se trouvent réalisées qu'exceptionnellement; aussi la limite climatique des neiges ne peut, *en général*, être déterminée par l'observation directe et on est obligé d'avoir recours à des méthodes indirectes.

On a admis que la limite climatique des neiges se confondait avec la limite du névé et on prend par conséquent, pour valeur de la limite climatique, la limite du névé, donnée par une des trois méthodes que nous avons employées.

Si l'on consent à accepter pour vraie l'hypothèse précédente, on pourra appliquer à la limite climatique toutes les conclusions que nous avons formulées à propos de la limite du névé.

Nous pensons, pour notre part, que l'assimilation, ainsi établie entre la limite du névé sur les glaciers et la limite climatique des neiges, ne représente qu'une approximation grossière et doit même conduire parfois à des résultats tout à fait erronés, en ce qui concerne la valeur de la limite climatique. Nous nous proposons, d'ailleurs, de revenir ultérieurement sur ce sujet et d'exposer les raisons qui nous paraissent justifier notre manière de voir.

TEMPÉRATURE DES TORRENTS GLACIAIRES

Ainsi que l'a déjà fait remarquer Hess, la température du torrent glaciaire est, au sortir même du glacier, un peu supérieure à 0°. Il convient, évidemment, de rapporter la cause principale de cet écart au frottement mutuel des molécules d'eau les unes contre les autres, d'une part, et, d'autre part, à leur frottement contre le lit du glacier.

Il semble bien, d'ailleurs, qu'il faille considérer comme un phénomène normal cet échauffement que subit l'eau du torrent pendant son parcours infraglacière; nous l'avons, du moins, observé de la façon la plus nette pour tous les torrents des glaciers du Massif des Grandes Rousses. Nous avons pris la température de l'eau, au front même, là où le torrent sort à l'air libre, à l'aide d'un thermomètre de précision au 1/20; la position du zéro avait été déterminée avant notre départ et elle a été vérifiée à notre retour. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

Glaciers	Torrents	Température au front	Température de l'air
—	—	—	—
Rousses	Torrent de la Fare	+ 0°,05	+ 12°,6
Malatres	Torrent Sud	+ 0°,10	+ 8°,1
Grand Sablat	Torrent	+ 0°,10	+ 10°,4
Quirilies	Torrent Nord	+ 0°,10	+ 10°,0

Il est, d'autre part, évident *a priori* que la température du torrent glaciaire, en un point déterminé, est d'autant plus élevée que la distance de ce point au front est plus grande. Mais les mesures d'Agassiz et de Greim ont montré, de plus, que l'échauffement est plus rapide au voisinage du front et qu'il devient plus lent, à mesure qu'on s'éloigne du front. Ces résultats se trouvent confirmés par les mesures suivantes :

GLACIER DES ROUSSES — TORRENT DU LAC DE LA FARE

Distance au front	0 ^m	20 ^m	65 ^m
Température du torrent	+ 0°,05	+ 2°,6	+ 3°,6
Température de l'air	+ 12°,6	+ 12°,6	+ 12°,6

GLACIER DES QUIRLIES — TORRENT NORD

Distance au front	0 ^m	2000 ^m environ
Température du torrent	+ 0°,10	+ 4°,8
Température de l'air	+ 10°,0	+ 7°,4

Il est vraisemblable, d'ailleurs, que la variation de température du torrent, en fonction de la distance au front, peut grossièrement se ramener à la formule de Newton, c'est-à-dire que les excès de la température de l'air sur celle du torrent doivent décroître en proportion géométrique, lorsque les temps (c'est-à-dire les distances au front, en supposant la vitesse d'écoulement uniforme) croissent en proportion arithmétique.

REPÈRES EN FONTE

Nous avons placé et scellé dans le rocher, à des places convenables, un certain nombre de repères en fonte, du modèle du Service du Nivellement général de la France.

Parmi ces repères, les uns sont situés devant le front du glacier et permettent, par un rattachement ultérieur avec les repères de vallée, de vérifier et de compenser au besoin les valeurs altimétriques obtenues par nous : c'est là, à notre connaissance, un des premiers exemples du contact, en haute montagne, des méthodes de nivellement et de triangulation. Nous avons vu, dans la notice topographique, que le Service du Nivellement général avait déjà effectué le rattachement de deux de nos repères et que la concordance était satisfaisante, eu égard aux conditions de levé auxquelles nous avons dû nous soumettre.

Ces repères métalliques, placés devant le front des glaciers, présentent aussi des garanties de durée supérieures à celles des marques à la peinture et peuvent, par conséquent, être utilement employés, comme points de référence, pour l'étude des variations du front.

Enfin, d'autres repères sont situés sur les îlots rocheux émergeant du glacier, les variations de leur distance à la glace traduisent d'une façon très simple le gonflement ou l'affaissement de l'appareil glaciaire.

Nous donnons ci-après la liste et l'emplacement de ces repères; leur position exacte est indiquée sur la carte au 10.000^e, où on les retrouvera facilement.

N° d'ordre durepère	Glacier	Position par rapport aux stations tachéométriques	Observations
		mètres	
R. 1	Quirilies	à 3,40 au S.-E. de S. 1	Rattaché par service Niv ^t gén ^{al}
R. 2	—	à 70 » à l'O. de S. 4	
R. 3	—	à 15 » au N. de S. 6	
R. 4	Quirilies-Malates	à 22 » au N. de S. 7	
R. 5	Malates	à 114 » au N. de S. 15	Rattaché par service Niv ^t gén ^{al}
R. 6	Grand Sablat	à 35 » au N.-E. de S. 18	
R. 7	Rousses	à 63 » au N.-E. de S. 32	
R. 8	—	à 25 » au S. de S. 50	
R. 9	—	à 46 » au N. de S. 54	Relèvement a été oublié.
R. 10	Saint Sorlin	au N. de S. 11	

REPÉRAGE DES FRONTS

On trouvera plus loin, dans un chapitre spécial, l'histoire des variations des fronts des Glaciers des Grandes Rousses; nous ne nous occuperons ici que des repères, placés par nous en 1905 et en 1906 et constitués par des marques à la peinture rouge, tracées en croix, sur des blocs isolés ou sur le rocher même.

Nous donnons ci-dessous pour chaque glacier, avec la date du repérage, le numéro d'ordre, l'emplacement et la distance à la glace de chacun des repères.

GLACIER DE SAINT SORLIN 9 août 1905

		Distance à la glace
	mètres	
Rive gauche		
1	Rocher poli à l'origine de la moraine frontale de la langue O	5,5
2	Bloc dans la moraine	24,5
3	Bloc en avant du front de la langue O	25,5
4	Bloc dans la moraine	18,0
5	Roche en place	5,0
6	Bloc au bec de séparation des deux langues du glacier	0,0
7	Roche polie	1,5
8	Roche polie { région morte	4,0
	{ glacier véritable	11,0
9	Roche polie { région morte	2,0
	{ glacier véritable	11,0
10	Roche polie	0,0
11	Bloc en avant et légèrement sur la gauche du bord frontal de la langue E	28,5
12	Roche polie	4,3
13	Roche polie	1,5
14	Roche polie	17,0
15	Bloc dans les moraines latérales droites	7,5
16	Bloc à l'origine de la moraine latérale droite inférieure	10,0
Rive droite		

GLACIER DES QUIRLIES. 4 août 1905

Rive gauche		
1	Roche polie sous les moraines qui descendent du Col des Quirilies	7,0
2	Bloc d'éboulis	6,0
3	Roche polie	13,5
4	Roche polie	9,5
5	Bloc sur la rive gauche du torrent qui sort du glacier	18,5
6	Bloc sur la rive droite du même torrent (R ₃ 1902) :	
	Partie morte	11,0
	Glacier véritable	36,0
8	Bloc dans la moraine frontale interne (R ₁ 1902)	15,0
9	Roche polie	7,0
10	Roche polie sur la rive gauche du torrent sortant vers la droite du glacier	20,0
11	Roche polie sur la rive droite et à mi-pente	13,5
Rive droite		

GLACIER DES MALATRES 14 août 1905

Rive gauche	(séparation d'avec le Glacier des Quirilies).	mètres
1	Bloc	4,0
2	Bloc	8,4
3	Bloc	7,2
4	Bloc	4,1
5	Roches polies	4,3
6	Roches polies	7,5
7	Roches polies	5,0
8	Roches polies	9,5
9	Bloc dans les délaissés morainiques	5,0
10	Bloc dans les délaissés morainiques	9,5
Rive droite		

GRAND SABLAT
15 août 1905

		Distance à la glace
		mètres
Rive droite		
1	Roche polie.....	50,0
2	Roche polie située plus bas vers le front.....	1,0
3	Bloc en avant du front.....	38,0
4	Bloc au pied de la moraine latérale gauche. (Une avalanche masque le bord du glacier dont l'emplacement n'a pu être déterminé qu'approximativement.).....	60,0
Rive gauche		
	De plus, deux repères ont été placés de chaque côté de la langue médiane qui franchit le seuil séparant le gradin moyen du gradin inférieur du glacier :	
	Rive droite.....	6,8
	Rive gauche.....	8,0

GLACIER DE SARENNES

En 1906, comme en 1905, nous avons été surpris, sur le Glacier de Sarennes, par la tourmente et nous n'avons pu placer des repères de front.

GLACIER DES ROUSSES

12 et 19 août 1906

Rive droite		
3	Sur rocher au Sud de S. 34.....	4,5
2	A côté du repère en fonte R. 7, à 63 mètres au N.-E. de S. 32....	27,0
1	A 160 mètres au S.-E. de S. 32, près de la cote 2690.....	2,0
5	A 57 mètres au N. de S. 51, près de la cote 2963.....	0,0
Rive gauche		

GLACIER DE LA BARBARATE

13 août 1906

Rive gauche		
4	Sur rocher à 12 mètres environ au S.-E. de S. 37.....	8,0

G. F.

HISTOIRE RÉCENTE DES GLACIERS DU MASSIF

Les données que l'on peut recueillir sur l'histoire récente des Glaciers des Rousses sont à peu près insignifiantes, et il nous sera difficile, pour le moment, d'interpréter, comme nous l'avons fait pour le Pelvoux, les variations des glaciers de ce massif, au sujet desquelles nous n'avons pas de suite sérieuse d'observations.

Les cartes anciennes¹, qui se souciaient d'ailleurs assez peu de précision pour les hautes régions montagneuses, ne portent même pas l'indication des Glaciers des Rousses. La Carte Sarde, la première, les figure dans le Nord du massif, mais avec des étendues fantaisistes et des contours indécis. La Carte de l'Etat-Major, quoique beaucoup plus exacte, ne constitue pas, néanmoins, un document sur lequel on puisse appuyer des conclusions sérieuses : son inexactitude pour la région de Saint-Sorlin, par exemple, est bien connue et a fait l'objet de remarques de M. Engelbach, de nous-mêmes et, tout récemment encore, de M. H. Ferrand²; cette carte est également très imparfaite pour le Glacier de Sarennes, dont le front n'a certainement jamais présenté la forme qu'elle lui attribue, pour le Grand Sablat et même pour les Malatres et les Quirilies, dont les relations respectives sont très mal indiquées.

Les seuls documents qu'on puisse retenir datent de la période contemporaine, où les glaciers du Dauphiné ont été mis objectivement en observation.

Ils sont dus au Prince Roland Bonaparte (1892), à MM. Kilian et Flusin (1890 à 1899), à M. P. Girardin (1902) et à nous-mêmes (1904 à 1906). (Voir la liste bibliographique.)

Reprenons-les pour chaque glacier en les interprétant.

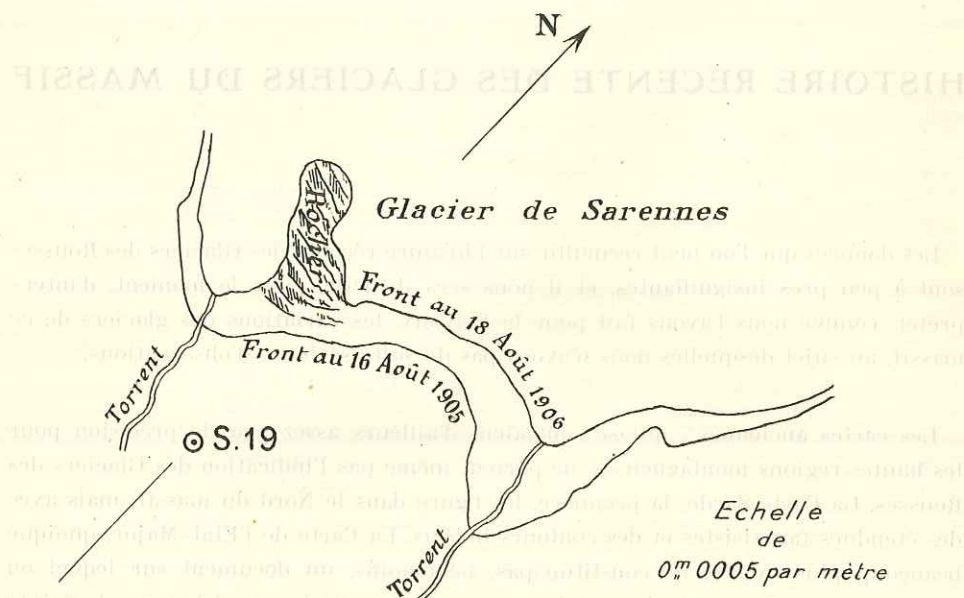
Glacier de Sarennes. — Le Prince Roland Bonaparte indique, en 1891, d'après le guide Roderon, que ce glacier recule ou est stationnaire. Le guide Roderon a placé, le 25 septembre 1891, sur le front de ce glacier des repères que nous n'avons pas retrouvés.

De 1905 à 1906, le front a légèrement reculé et s'est modifié, ainsi que le montre le croquis au 1/2.000^e ci-contre, où sont juxtaposés les contours correspondant aux deux années sur lesquelles ont porté nos observations.

La superficie abandonnée par le glacier est d'environ 2400 mètres carrés; les reculs, à la naissance des deux torrents glaciaires, sont respectivement de 8 mètres et de 30 mètres.

¹ Carte de Bourcet (1754); Carte de Cassini (vers 1770); Carte Sarde (1857, levée en 1854); Carte de l'Etat-major, Feuille de Briançon (1866); Feuille de Saint-Jean de Maurienne (1876). — Renseignements de M. H. Duhamel.

² H. FERRAND. Le Glacier bifide de Saint Sorlin. *Revue Alpine lyonnaise*, sept. 1908.



Variation du front du Glacier de Sarennes
de 1905 à 1906.

Glacier du Grand Sablat. — Ce glacier, peu important d'après le guide Roderon (*in* Roland Bonaparte), a beaucoup diminué et recule encore en 1891.

M. Girardin signale en 1902, d'après le guide Emile Pic, que ce glacier a beaucoup diminué et reculé depuis 1899; et il a placé, le 26 septembre 1902, deux nouveaux repères situés tous deux à 40 mètres du front.

En 1905, nous avons constaté pour ces deux repères :

	Recul total	Recul annuel
	mètres	mètres
Rive droite	12	4,0
Rive gauche	25	8,3

Glacier des Malatres. — Ce glacier n'a fait l'objet d'aucun repérage avant celui que nous y avons établi en août 1905.

Glacier des Quirliès. — Vers le milieu du siècle dernier (« il y a 25 ou 30 ans », en 1892, d'après le guide Roderon *in* Roland Bonaparte), le glacier affleurait jusqu'aux rochers à pic qui dominent le Chalet Aubert. Ce renseignement, reproduit en 1902 par M. P. Girardin, nous a été confirmé, en 1905, par le propriétaire même du Chalet Aubert, qui se rappelle fort bien avoir vu, pendant son enfance, c'est-à-dire vers 1860, le bord du Glacier des Quirliès apparaître comme une frange glacée immédiatement au-dessus de l'à-pic rocheux de la vallée du Ferrand. Les moraines récentes, les plus externes du Glacier des Quirliès, dateraient donc d'une crue qui trouverait sa place approximativement en 1860.

En 1891, toujours d'après le guide Roderon, le front du glacier serait également en voie d'avancement; « il plonge sous sa moraine et la soulève en forme de bourrelet qu'il pousse devant lui, sauf sur la rive droite, où la glace se brise au sommet d'un îlot rocheux ». C'est probablement à cette époque que correspond le cercle interne très net de moraines qui ceinture aujourd'hui à distance le glacier.

L'année suivante, le 11 août, le guide Fr. Michel (*in* Kilian et Flusin) signale que le glacier recule et laisse des moraines à son front.

Le guide Emile Pic repère le front en 1899. Du 22 juin au 20 octobre 1899, il a reculé de 1 m. 50 à 4 mètres suivant les points.

M. P. Girardin, le 25 septembre 1902, a relevé les nouvelles distances du glacier des repères d'Emile Pic. En complétant le tableau que donne cet auteur par les distances initiales des repères relevées sur le carnet d'Emile Pic, on obtient :

	E. Pic 20 oct. 1899	P. Girardin 25 sept. 1902	Recul annuel
	mètres	mètres	mètres
S. T. D. 1899	10,0	disparu	—
R ₁	8,0	22,0	4,7
R ₂	8,0	perdu	—
R ₃	7,0	8 ^m 50	0,5
R ₄	4,5	17,0	4 »
R ₅	6,0	32,0	8,7
S. T. D. 1899	11,0	34,0	7,7

M. Girardin a placé de nouveaux repères sur la moitié gauche du front, en 1902, par rapport auxquels le glacier a reculé de 3 à 4 mètres en un an, jusqu'en août 1903, d'après M. Flusin.

Enfin, en août 1905, nous avons constaté, pour les repères de M. Girardin, les nombres suivants de la droite à la gauche :

	Recul total	Recul annuel
	mètres	mètres
S. T. D.	13,0	4,3
R ₁	10,5	3,5
R ₂	6,5	2,1
R ₃	6,0	2,0
R ₄	2,5	0,75
R ₅	7,5	2,5
S. T. D.	3,0	1,0

Le Glacier des Quirliès, le mieux connu du massif, aurait donc passé par deux périodes de crue, d'ailleurs établies avec quelque incertitude, l'une vers 1860, l'autre vers 1890, contemporaines toutes deux des deux mouvements positifs constatés dans quelques glaciers mieux connus du Massif du Pelvoux.

Glacier de Saint-Sorlin. — D'après le guide Roderon, *in* Roland Bonaparte, ce glacier reculait en septembre 1891.

Il a reculé de 1 à 4 mètres, suivant les points, en 1899, d'après Emile Pic (*in* Kilian et Flusin), dont les repères n'ont pas été retrouvés en 1905.

Glaciers de la Cochette. — On n'a que des renseignements tout à fait incomplets sur les glaciers qui meublent le versant Ouest de la Cochette, au-dessus du Col du Couard. En 1891, le guide Roderon (*in* Roland Bonaparte) signale qu'ils sont réduits à quelques plaques de glace collées au sommet des pentes.

Glacier des Rousses. — La carte de l'Etat-Major fait baigner une des branches de ce glacier dans le Lac de la Fare. En septembre 1891, d'après Roderon (*in* Roland Bonaparte), cette branche en est éloignée de 80 mètres, mais elle doit avancer, car en avant d'elle, « il existe un assez fort bourrelet de débris soulevés par le glacier qui plonge au-dessous ».

A cette période d'avancement correspondent, sans doute, les petites moraines en arc de cercle qui se trouvent en contre-bas de la langue actuelle du glacier et en amont de l'embouchure du torrent qui aboutit au Lac de la Fare.

C. J.

HISTOIRE ANCIENNE

DES GLACIERS DU MASSIF

PLANCHE II

L'étude du versant occidental du Massif des Rousses nous a permis de mettre en évidence trois stades successifs, correspondant à l'occupation par les glaciers des trois paliers qui s'étagent les uns au-dessous des autres en contre-bas de la Crête des Rousses.

A. Le plus récent peut être appelé *stade récent* ou *stade du Glacier des Rousses* (III, sur la Planche II). La glace est cantonnée sur le gradin le plus élevé, avec quelques franges, quelques langues qui tendent à descendre sur le Plateau des Petites Rousses, mais dont une seule l'atteint véritablement aujourd'hui, celle qui aboutit à la région du Lac de la Fare. L'état actuel a été décrit en détail plus haut et nous avons vu que le glacier est bordé à une faible distance de moraines récentes, grises, sales, non encore occupées par la végétation, dont les plus externes traversent le Lac de la Fare.

B. Le *stade des Petites Rousses* (II, sur la Planche II) comportait non plus seulement une occupation du gradin supérieur par la glace, mais également celle du gradin moyen, c'est-à-dire du Plateau des Petites Rousses et de sa portion septentrionale désignée par la carte de l'Etat-Major sous le nom de Plan des Cavales. Nous avons vu que le glacier correspondant à ce stade s'étendait au Nord jusque dans la région du Col du Couard, où l'on trouve des délaissés morainiques très nets, qu'il allait au Sud probablement jusque vers le Lac Blanc et qu'il admettait au centre, une langue médiane descendant sur le plateau inférieur, au Nord du Lac Carrelet.

C. Le *stade du Plateau de Brandes* (I, sur la Planche II) est le plus ancien et le plus étendu de ceux que l'on peut envisager dans une étude du Massif des Rousses, considéré individuellement comme condenseur des précipitations atmosphériques et comme centre d'extensions glaciaires. En plus des deux plateaux précédents, le glacier occupait le plateau inférieur des Lacs Carrelet, Volant, Besson, etc..., jusque dans la région de Brandes. Ce stade est antérieur au creusement du cañon de la Sarennes; et la glace s'étendait jusqu'aux belles moraines qui avoisinent l'Alpe d'Huez, à l'altitude de 1800 mètres environ. Ces moraines, remaniées par les eaux de fonte, ont donné, vers l'aval, un cône de transition dont des fragments subsistent aujourd'hui à Huez, Rosai, Maronne et au Chatelard. Une autre sortie du glacier, vers le Sud, devait se produire par le Col de Cluy et déverser des alluvions, dont des témoins subsistent à 550 ou 600 mètres au-dessus du cours actuel de la Romanche, dans les pentes d'Auris.

Les moraines de l'Alpe d'Huez se prolongent vers le Nord et lèchent la base des signaux d'Huez à peu près jusqu'au niveau du canal du Lac Blanc.

Le glacier auquel elles correspondent devait admettre une branche médiane qui s'écoulait vers Oz par une sorte de goulot, dont les ruisseaux du Bessey marquent à peu près l'emplacement.

Au sujet de l'extension du glacier au Nord, une étude spéciale de la vallée de Vaujany et de la vallée d'Olle, en amont de Maupas, pourrait seule nous renseigner; nous n'avons pas eu jusqu'ici les loisirs de l'entreprendre.

Aux trois stades qui viennent d'être rappelés correspondent, dans la région occidentale des Rousses, trois glaciers, de projection horizontale grossièrement rectangulaire, dont le grand côté est placé, pour les trois, suivant la Crête des Grandes Rousses, tandis que la dimension perpendiculaire correspond, pour chacun d'eux, à la distance horizontale qui sépare cette crête respectivement au bord des trois plateaux du Glacier des Rousses, des Petites Rousses ou du Lac Carrelet.

Cette constatation permet de donner une altitude approximative pour la ligne des neiges persistantes à la surface du glacier correspondant aux trois stades, en employant la méthode préconisée par E. Brückner¹. Cette méthode est seule applicable pour des cas du genre de celui qui nous intéresse, où il s'agit non pas simplement de glaciers actuels, dont la surface a été soigneusement relevée, mais aussi de glaciers anciens dont les contours approximatifs sont seuls connus; établie sur de nombreuses statistiques, elle consiste à prendre pour limite des neiges sur un glacier une ligne parallèle aux courbes de niveau qui détermine le quart de la projection horizontale totale du glacier à partir du front.

Appliquée ici, où nous assimilons les diverses extensions du Glacier des Rousses à des rectangles, avec une approximation grossière, susceptible simplement de nous donner une idée de l'altitude de la limite des neiges, il suffira de prendre, dans chaque cas, le quart de la largeur du glacier depuis le front. Ce raisonnement donne, dans les trois cas, les résultats suivants :

A. *Stade du Glacier des Rousses*. A la latitude moyenne du massif, c'est-à-dire vers le Lac de Balme Rousse, le quart, cherché sur notre carte, tombe à peu près à 2860 mètres d'altitude. Les résultats plus précis obtenus en planimétrant la surface ont fourni 2895 mètres.

B. *Stade des Petites Rousses*. A la latitude de l'Etendard, le quart pris sur la carte de l'Etat-Major partage le Plateau des Petites Rousses et tombe un peu plus bas en altitude que le Lac de Balme Rousse, c'est-à-dire approximativement à 2600 mètres.

C. *Stade du Plateau de Brandes*. La même méthode appliquée sur la carte de l'Etat-Major pour le stade le plus ancien à la latitude du sommet de l'Herpie, où l'on connaît des moraines en dessous des signaux d'Huez, donne l'altitude des Laes Besson, c'est-à-dire à peu près 2100 mètres.

Encore une fois, ces résultats sont *très approximatifs*; mais ils sont comparables et peuvent servir de base pour une étude générale des trois stades dans tout le massif, étude que nous allons aborder maintenant.

¹ Voir H. Hess, Die Gletscher, p. 68.

A. *Stade du Glacier des Rousses*. — L'essentiel sur cette extension a été dit plus haut à propos de l'histoire récente des glaciers du Massif des Grandes Rousses. Nous avons vu que si le Glacier de Sarennes ne montre pas de moraine récente bien conservée, en revanche et de même que pour le Glacier des Rousses, sur le front des Glaciers du Grand Sablat, des Malatres et des Quirliès, de Saint-Sorlin, on rencontre une marge salie par des délaissés récents, dans laquelle on démêle plus ou moins nettement deux cordons morainiques distincts. La considération du Glacier des Quirliès semble permettre de les dater; le plus externe correspondrait au milieu du siècle dernier; l'autre, approximativement à 1890.

Vers 1860, en particulier, la glace venait, sans doute, jusque dans le Lac de la Fare. Les petites anfractuosités du versant occidental du Massif de la Cochette et de l'Herpie étaient, plus nettement qu'aujourd'hui, occupées par de petits glaciers. Le Glacier du Grand Sablat s'étendait jusqu'à la moraine latérale de la rive gauche. Les Quirliès bordaient immédiatement l'abrupt du Fond du Ferrand. Les deux petits glaciers témoins du Sauvage étaient réunis comme l'indique la carte de l'Etat-Major; et le Glacier de Saint-Sorlin venait, par une de ses langues, jusqu'au-dessus du Lac Tournant, tandis que l'autre atteignait l'origine actuelle du cañon dans lequel s'encaisse le torrent qui va vers l'Arvan.

C'est à peu près tout ce que l'on peut dire sur les extensions récentes des Glaciers des Rousses, dont les moraines et les délaissés ont été indiqués sur le schéma qui accompagne ce chapitre.

B. *Stade des Petites Rousses*. — On se rappelle les caractères très particuliers du Plateau des Petites Rousses, dus à cette extension glaciaire, caractères dont le Panorama IX permet de se rendre compte.

En aval du front actuel du Glacier de Sarennes, on ne trouve pas de moraine bien nette correspondant au stade des Petites Rousses, mais en revanche il existe entre le glacier actuel, l'arête de l'Herpie, l'arête du Château Noir et la latitude du point où le lit de la Sarennes prend le profil en V caractéristique du régime torrentiel, toute une région mamelonnée, sorte de bouclier convexe, auquel nous avons fait allusion dans la description détaillée, qui correspond, comme allure topographique et comme fraîcheur de modelé glaciaire, au Plateau des Petites Rousses. Il nous paraît logique d'admettre que cette région a été occupée par le glacier au Stade des Petites Rousses.

Lors de ce stade, avec la limite de 2600 mètres que nous avons calculée, le Massif du Château Noir et l'arête du Sommet de Sarennes étaient franchement en dessous de la ligne des neiges persistantes; et l'on est ainsi amené à considérer comme correspondant au Stade des Petites Rousses les moraines et les petits glaciers dont elles révèlent l'existence ancienne dans les concavités du Massif du Château Noir et dans le petit cirque occupé aujourd'hui par le Lac du Cerisier.

En aval du Grand Sablat, le même stade est représenté par la splendide moraine frontale, barrant la vallée, dont il a été question plus haut.

Sur le bord droit des Malatres, un petit arc externe, relativement voisin des délaissés actuels, est encore du même âge.

Pour le Glacier des Quirliès, il faut descendre dans le Fond du Ferrand, vers le

Chalet Aubert, pour trouver, sous forme d'amas morainiques avec beaux blocs erratiques, des traces correspondant au Stade des Petites Rousses. Une extension ainsi limitée est relativement peu éloignée du glacier, et ce fait s'explique par le gain relativement peu considérable que peut trouver un bassin, comme celui des Quirliès, à l'abaissement d'une limite des neiges de 3000 à 2600 mètres; si l'on consulte notre carte, on voit, en effet, que la surface comprise entre les deux lignes de 2600 et 3000 mètres est peu étendue. La question se présente sous un tout autre aspect que sur le versant Ouest, ou encore que sur Saint Sorlin, où l'étendue des bassins de réception est plus que doublée en passant d'une altitude à l'autre et où, par contre-coup, au Stade des Petites Rousses, le glacier va sensiblement plus loin des crêtes que dans le cas des Quirliès.

Le Glacier du Sauvage devait descendre vraisemblablement jusqu'au bas des pentes du Sauvage et du Péaiaux, ou mieux jusqu'à l'origine du cours peu incliné du Ruisseau du Grand Sauvage.

On se rappelle l'étude donnée plus haut, dans la description détaillée, des régions frontales du Glacier de Saint-Sorlin. Ce glacier, à une période antérieure, noyait tout le Plateau de Plan-Pré, atteignait la base même de l'Aiguille Rousse de Bramant et s'étendait par deux langues, d'une part jusqu'en aval du Grand Lac, vers l'origine des cascades de Bramant, d'autre part jusqu'aux moraines de la Balme, à l'origine de la vallée peu alimentée aujourd'hui qui descend sur Pierre-Aigüe. Le Plateau de Plan-Pré réalise tout à fait, pour le Glacier de Saint-Sorlin, l'analogie du Plateau des Petites Rousses par rapport au Glacier des Rousses, et l'extension du Glacier de Saint-Sorlin, à laquelle nous faisons allusion, est, pour nous, contemporaine du Stade des Petites Rousses. Cette extension, relativement considérable, n'est pas faite pour nous étonner, vu la comparaison que permet d'établir un regard jeté sur notre carte, entre les surfaces limitées par les lignes de 3000 et de 2600 mètres à l'intérieur du Bassin de Saint-Sorlin.

Nous devons mentionner ici l'analyse qui a été donnée, toujours dans la description détaillée de l'évolution du régime des eaux courantes, en aval du Glacier de Saint-Sorlin, pendant le retrait du stade dont nous nous occupons. Les eaux de la branche droite du glacier et même, pendant un certain temps, une partie de celles de la branche gauche ont été captées par un tronçon transversal sous Rieu Blanc. Il nous faut également rappeler les restes de petits glaciers locaux dans le Massif du Paron et de l'Aiguille de Bramant. La carte de l'Etat-Major attribue aux sommets de cette région les cotes 2629 et 2690, légèrement supérieures à la limite théorique des neiges de 2600 mètres, et ces petits glaciers locaux appartiennent bien au Stade des Petites Rousses.

C. Stade du Plateau de Brandes. — Si sur le versant occidental, au moins dans la partie Sud du massif, ce stade est très discernable, il l'est moins dans les autres régions.

On peut, néanmoins, faire à son sujet quelques remarques intéressantes.

Tout d'abord, nous devons indiquer que nous ne pouvons donner, pour le moment, aucun renseignement sur le Stade du Plateau de Brandes dans le Nord du massif, soit sur le versant occidental, c'est-à-dire sur la vallée de Vaujany et la vallée d'Olle, soit sur le versant oriental, c'est-à-dire sur les vallées des Arves. Pour ces

dernières, la feuille géologique de Saint-Jean-de-Maurienne marque un important lambeau glaciaire à l'Ouest de Saint-Sorlin. Il est extérieur au Stade des Petites Rousses; mais ne l'ayant pas visité nous-mêmes, il nous est difficile de nous prononcer à son sujet. Nous devons, d'ailleurs, faire observer qu'à ce moment la région des Aiguilles d'Arve fonctionnait certainement au point de vue fluvioglaciaire et pouvait amener des dépôts jusque vers Saint-Jean-d'Arves, où, de ce fait, les phénomènes se présentent avec moins de simplicité que dans la région méridionale du Massif des Grandes Rousses, sur laquelle nous sommes mieux documentés.

Après ce qui a été dit sur le Plateau de Brandes, il nous faut parler du Glacier de Sarennes et des glaciers de la vallée du Ferrand.

Les renseignements précis manquent pour le Glacier de Sarennes. Nous avons indiqué plusieurs fois que le cours profondément encaissé de la Sarennes, au Sud du Plateau de Brandes, coupait les moraines de l'Alpe d'Huez et les alluvions fluvioglaciaires qui leur correspondent. Le creusement de cette vallée s'est donc fait postérieurement au Stade du Plateau de Brandes. Mais alors, par où se produisait antérieurement l'écoulement du Glacier de Sarennes? On sait que le Glacier occidental des Rousses se déversait à la fois par l'Alpe d'Huez et par le Col de Cluy, à des cotes qui correspondent à peu près à l'altitude du Col de Sarennes; de sorte qu'il est fort possible que le Glacier de Sarennes, au moins au début du Stade du Plateau de Brandes, se soit déversé vers l'Est au-dessus de Clavans. Cette direction semble indiquée par la présence d'un plaçage d'alluvions situé à mi-côte, au-dessus du Chalet de Sarennes, sur la paroi des contreforts du Château Noir. Mais c'est pendant le retrait de ce stade qu'a dû commencer à s'établir le cours vers l'Ouest; car on trouve, depuis le Col de Sarennes jusque vers la cote 1872 de l'Etat-Major, un lambeau glaciaire important, formant le sous-sol des prairies marécageuses étalées en dessous des Chalets de Sarennes; la base de ce lambeau indique un niveau, qui est notoirement plus bas que le Col de Sarennes et en correspondance duquel toutes les eaux de Sarennes devaient déjà s'écouler au Sud de la Crête des Rousses, suivant l'emplacement de la vallée actuelle de la Sarennes, alors en voie de creusement.

On est mieux documenté pour la vallée du Ferrand, c'est-à-dire sur la situation du front du glacier qui résultait de la réunion des glaciers orientaux du Massif des Rousses. En dessous de Clavans, exactement entre le pont du moulin Delort et Clavans-d'en-Bas, on trouve une belle accumulation de blocs formant une moraine frontale qui passe vers l'aval, du côté de Mizoën, à des alluvions fluvioglaciaires. Les moraines sont situées approximativement à la cote 1300, leurs alluvions à 1200. De nombreux lambeaux de retrait se trouvent échelonnés le long de la haute vallée de Clavans jusqu'au-dessus de la cascade du Ferrand et jusqu'aux moraines du Chalet Aubert qui, pour nous, correspondent au stade plus récent des Petites Rousses.

Les moraines de Clavans et les alluvions de Mizoën sont antérieurs au creusement de la vallée inférieure du Ferrand, qui, ainsi qu'on le sait, s'encaisse profondément en aval de Clavans et descend très rapidement à la Romanche. Et nous retrouvons ici ce que nous avons vu pour la Sarennes, pour les environs d'Huez, pour ceux d'Auris, c'est-à-dire en correspondance avec le Stade du Plateau de Brandes, une topographie où l'écoulement des eaux du Sud du Massif des Grandes Rousses se faisait à un niveau sensiblement plus élevé qu'à l'époque actuelle.

Il nous est difficile, pour le moment, d'indiquer exactement à quelle altitude se trouvait alors le cours transversal de la Romanche, entre le Frenay et le pont Sainte-Guillerme. Peut-être faut-il voir une trace de ce cours dans le tronçon de thalweg ancien rempli d'alluvions fluvioglaciaires, que suit momentanément la route, en amont du Châtelard, au Sud de la vallée actuelle profondément encaissée de la Romanche ? Le lambeau d'alluvions auquel nous faisons allusion se trouve à peu près à la cote 1000. Il est suivi en aval, sur le plateau que contourne la route au-dessus du hameau de Garcin, par des moraines dominant également, de 150 à 200 mètres, le cours actuel de la Romanche. Malheureusement, ces dernières formations sont en contre-bas des alluvions d'Auris et il nous semble encore prématuré de formuler aucune conclusion à ce sujet.

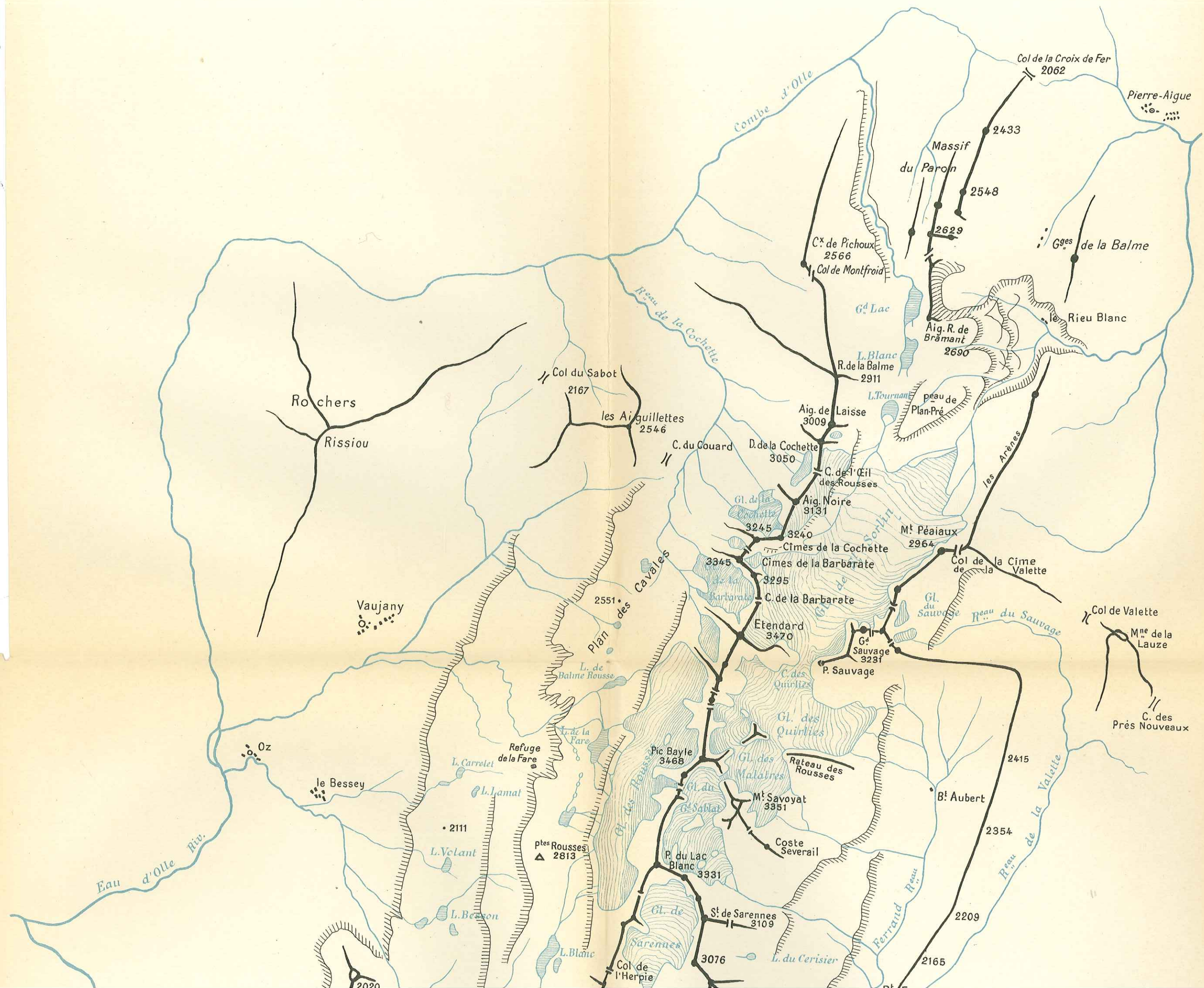
Aussi bien, en abordant la vallée de la Romanche, nous heurtons-nous à une question complexe, qui continuera à nous occuper et qui, pour être résolue, exigera l'étude des apports personnels de cette rivière au point de vue fluvioglaciaire.

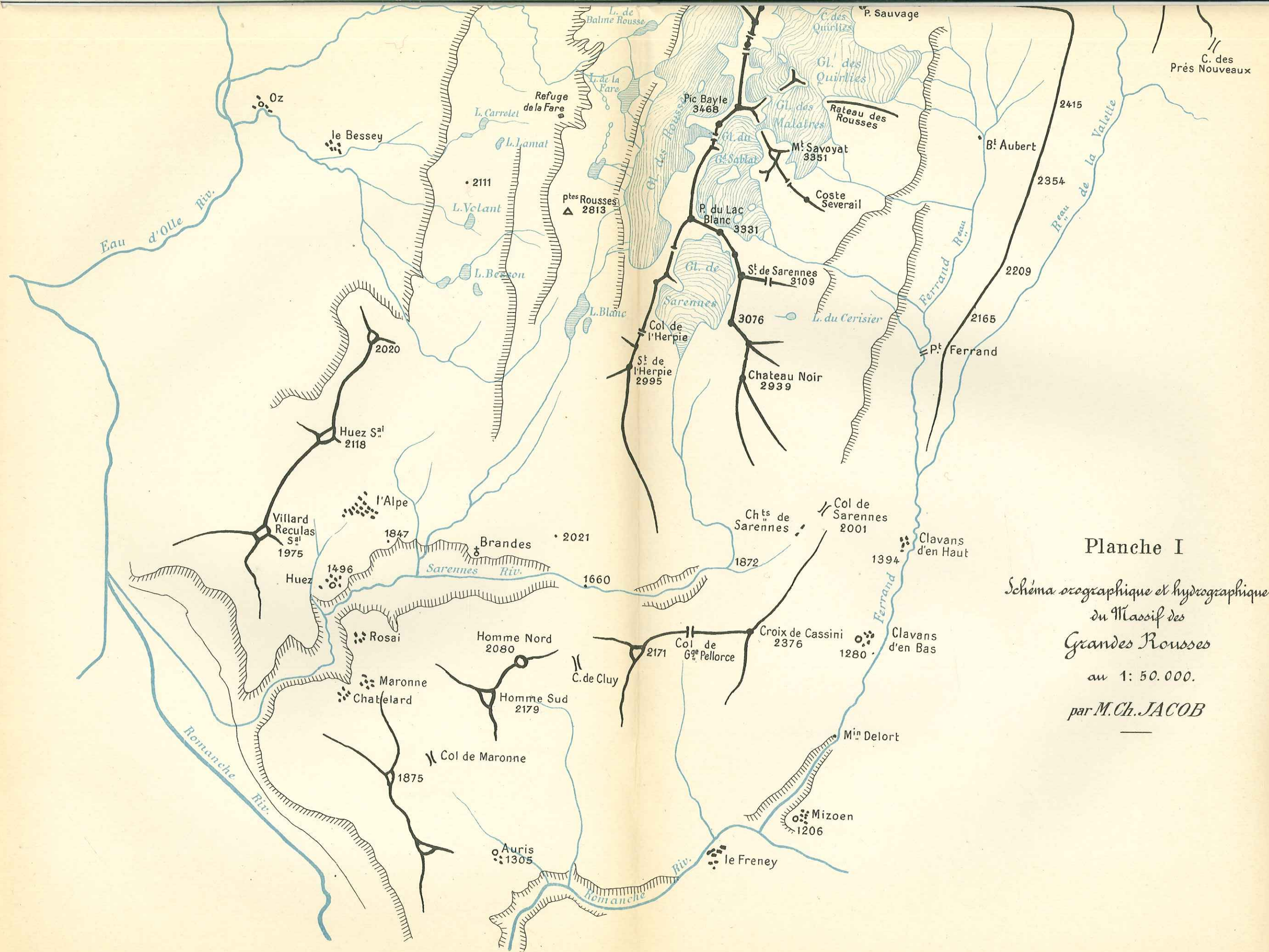
En terminant ce rapide exposé sur l'histoire des Glaciers des Grandes Rousses, nous voudrions insister encore sur l'intérêt tout particulier qui s'attache à ce massif : *il est séparé des grandes régions montagneuses avoisinantes ; sa topographie est relativement peu compliquée, et, en définitive, il agit comme un condenseur simple et isolé des précipitations atmosphériques* ; pour ces différentes raisons, il nous a été possible de démêler, dans ce Massif des Rousses, *trois extensions glaciaires, dont les limites des neiges sont maintenant approximativement connues*.

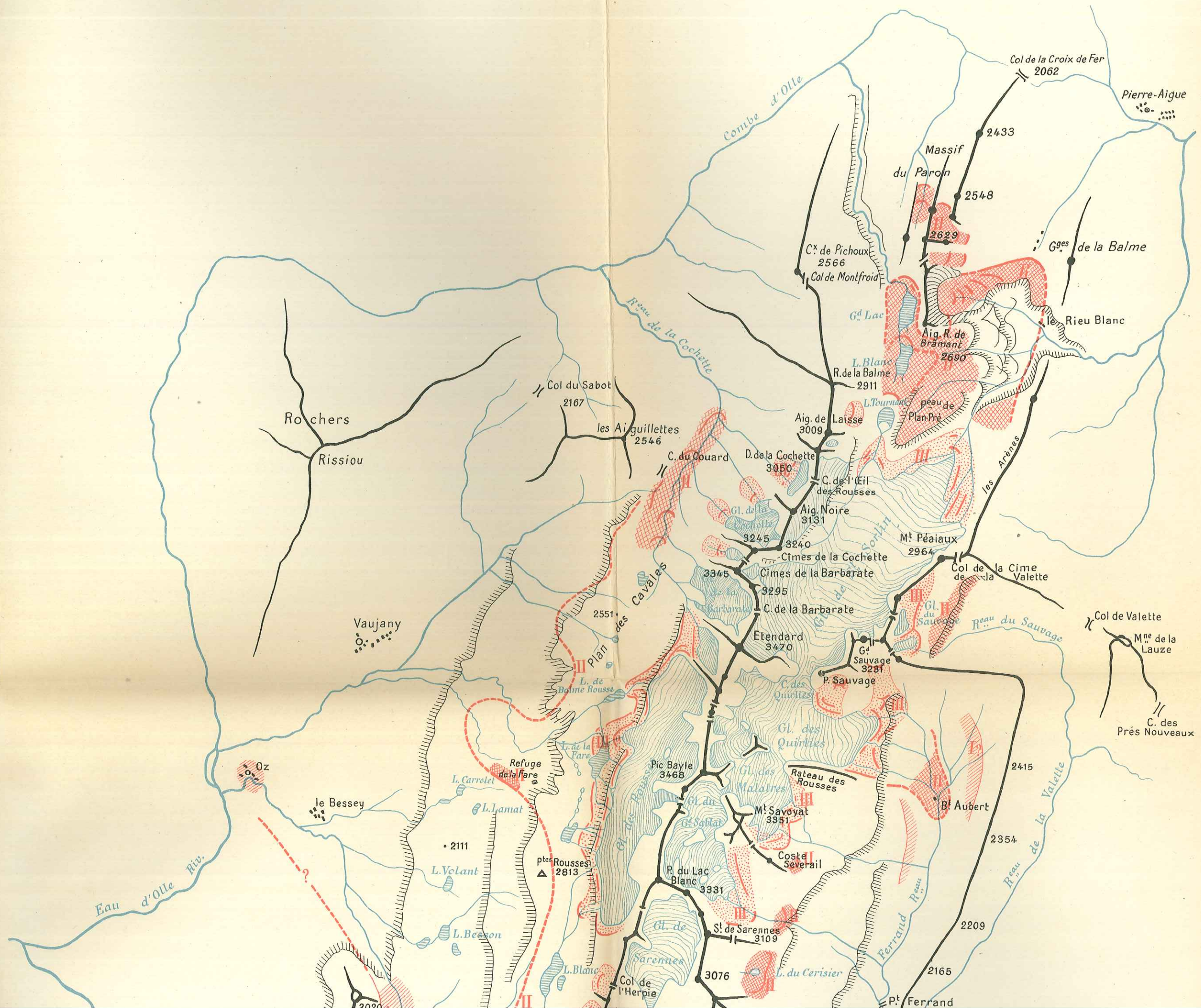
Nous comptons nous servir de ces résultats et soumettre à une analyse analogue la vallée du Vénéon, où doivent nous ramener nos prochains travaux.

Des considérations de cette nature nous paraissent, d'ailleurs, dignes de retenir l'attention, car elles peuvent dépasser le cadre particulier de la reconstitution des vallées anciennes dans les Alpes cristallines dauphinoises et fournir, par exemple, de très intéressantes conclusions sur la valeur respective de l'érosion glaciaire et de l'érosion torrentielle. La détermination précise de l'emplacement des moraines et du niveau des thalwegs, correspondant aux différents stades glaciaires récents, apportera certainement de sérieux arguments à l'appui de l'une ou de l'autre des hypothèses émises sur cette question tant discutée.

C. J.







Dôme
de la Cochette

Col de l'Œil
des Rousses

Aiguille Noire

Cimes
de la Cochette

Cimes
de la Barbarate

Col
de la Barbarate

Pic
de l'Étendard

Col des
G^{tes} Rousses

Brèche des
G^{tes} Rousses

Pic Bayle

Col Pic
de la Pyramide

Pic du
Lac Blanc



Phot. Rivière

Glacier de la Cochette

Glacier de la Barbarate

Névé de l'Étendard

Glacier des Rousses

Versant occidental du Massif des Grandes Rousses, vu des Rochers Rissiou, Pic Gros-Coïssy.

Dôme
de la Cochette

Col de l'Œil
des Rousses

Aiguille Noire

Cimes
de la Cochette

Cimes
de la Barbarate

Col
de la Barbarate

Pic
de l'Etendard

Col des
G^{des} Rousses

Brèche des
G^{des} Rousses

Pic Bayle

Col Pic
de la Pyramide

Pic du
Lac Blanc de Sarennes



Glacier de la Cochette

Glacier de la Barbarate

Névé de l'Etendard

Glacier des Rousses

PANORAMA I

Versant occidental du Massif des Grandes Rousses, vu des Rochers Rissiou, Pic Gros-Coissy.

MASSIF

DE

BELLE DONNE

CRÊTE DES GRANDES ROUSSES

VALLÉE DE LA ROMANCHE

Col de Maronne

S^t de l'Homme

Signal d'Iluez

Plateau de Brandes

Col de Cluy

P^s 2171

Croix de Cassini

Col de Sarennes

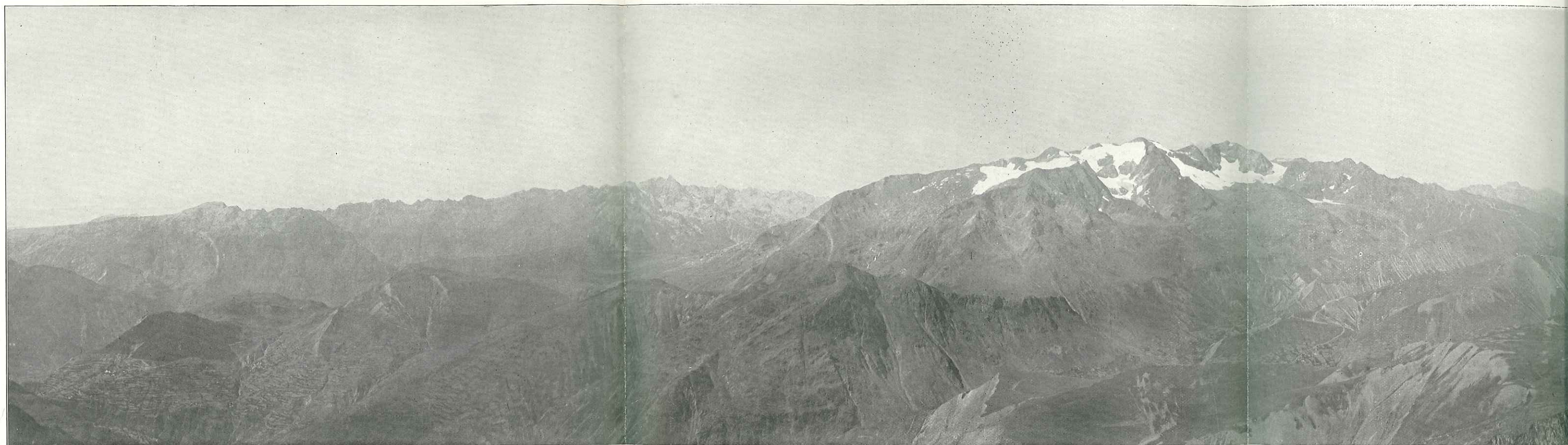
Gl. de Sarennes

Gl. du G^a Sablat

Gl. des Malatres et des Quirlies

Vallée du Ferrand

Col et Vallée de



Phot. Flusin

Vallée de la Romanche

Massif des Grandes Rousses et régions avoisinantes, vus de Roche Mantel (Glacier du Mont-de-Lans).

MASSIF DE BELLEDONNE

CRÊTE DES GRANDES ROUSSES

NCHE

Signal d'Huez

Plateau de Brandes

Col de Cluy

P^e 2171

Croix de Cassini

Col de Sarennes

Gl. de Sarennes

Gl. du G^d Sablat

Gl. des Malatres et des Quirles

Vallée du Ferrand

Col et Vallée de la Valette



— Vallée
de la Saise

Massif des Grandes Rousses et régions avoisinantes, vus de Roche Mantel (Glacier du Mont-de-Lans).

PANORAMA II

Pic du Lac Blanc

Gl. du G^e Sablat

M^t Savoyat

Gl. des Malatres

Pic Bayle

Gl. des Quiries

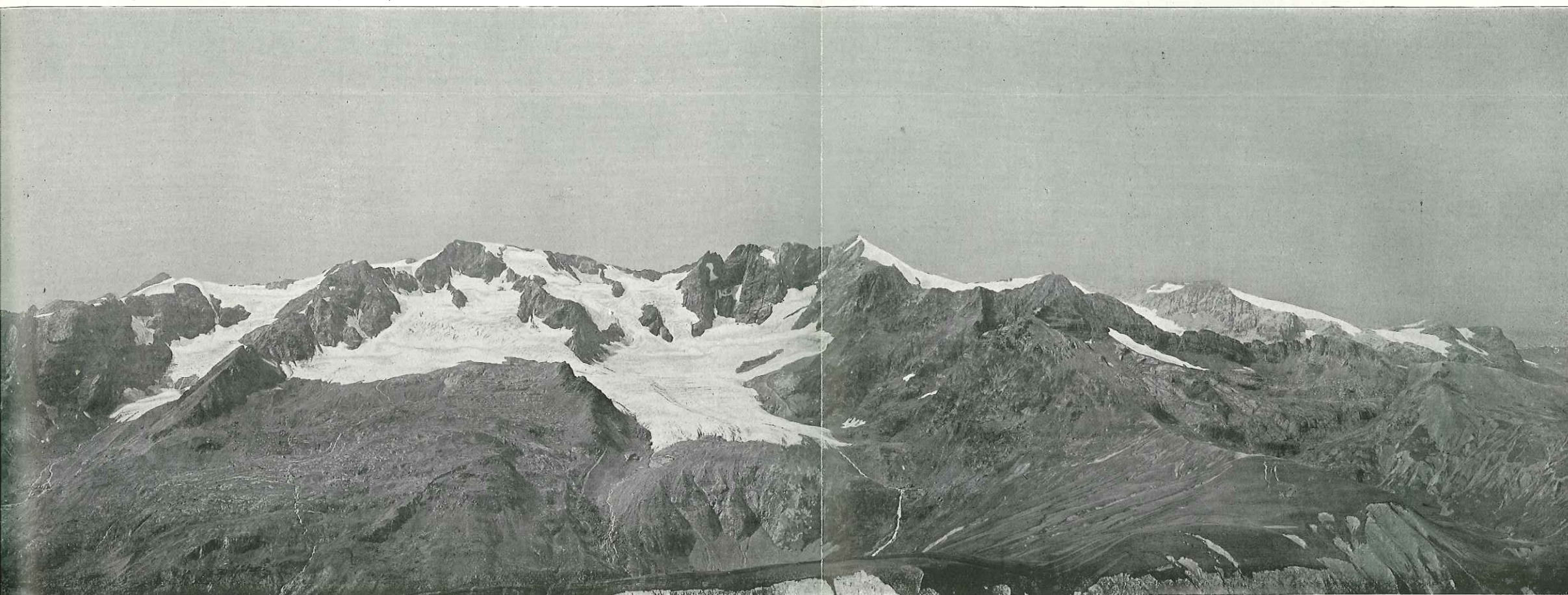
Pic de l'Etendard

Gl. de St-Sorlin

Cime du G^e Sauvage

Cimes de la Cochette

Dôme de la Cochette



Phot. Rivière

Vallée du Ferrand

Arête de Praonot

Col du Fond du Ferrand

Col de la Cime
de la Valette

Vallée
de la Valette

Versant oriental du massif des Grandes Rousses, vu du Pic du Mas de la Grave.

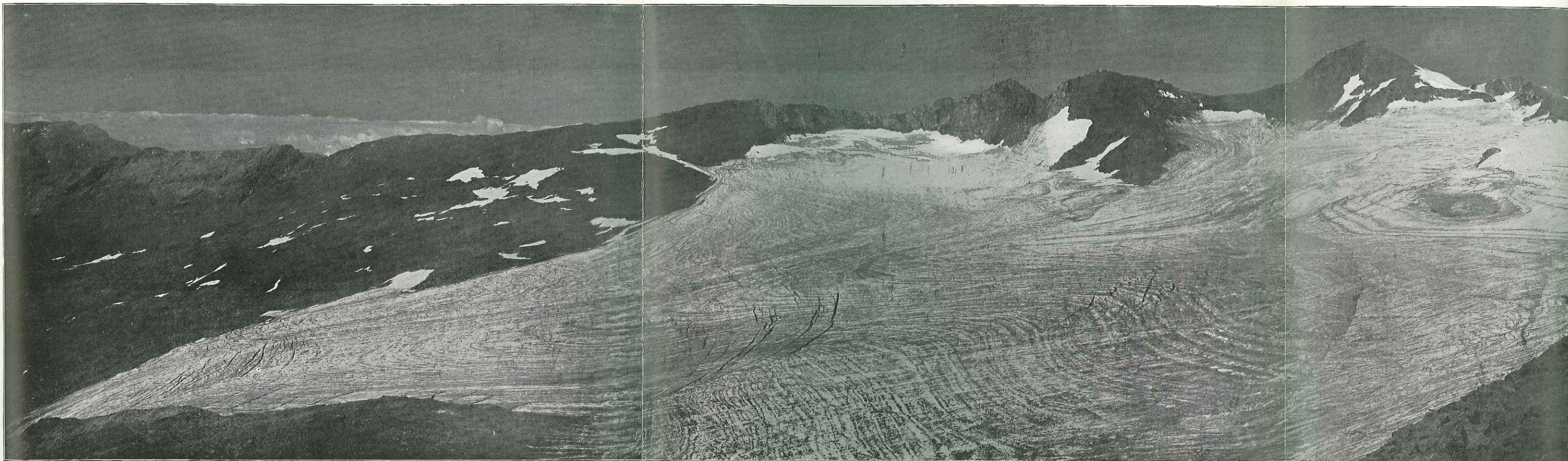
PANORAMA III

L'Herpie

Brèche
de Sarennes

Pic
du Lac Blanc

Pic
de la Pyramide



Phot. Flusin

Glacier de Sarennes, vu du Sommet de Sarennes.

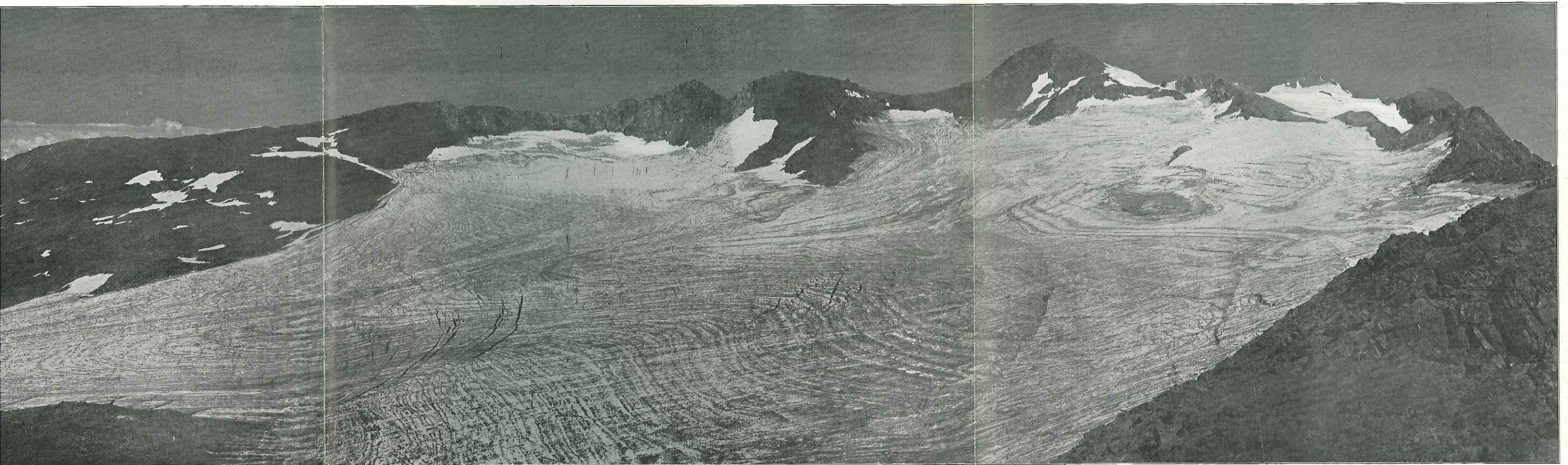
Brèche
de Sarennes

Pic
du Lac Blanc

Pic
de la Pyramide

Pic Bayle

Mont Savoyat

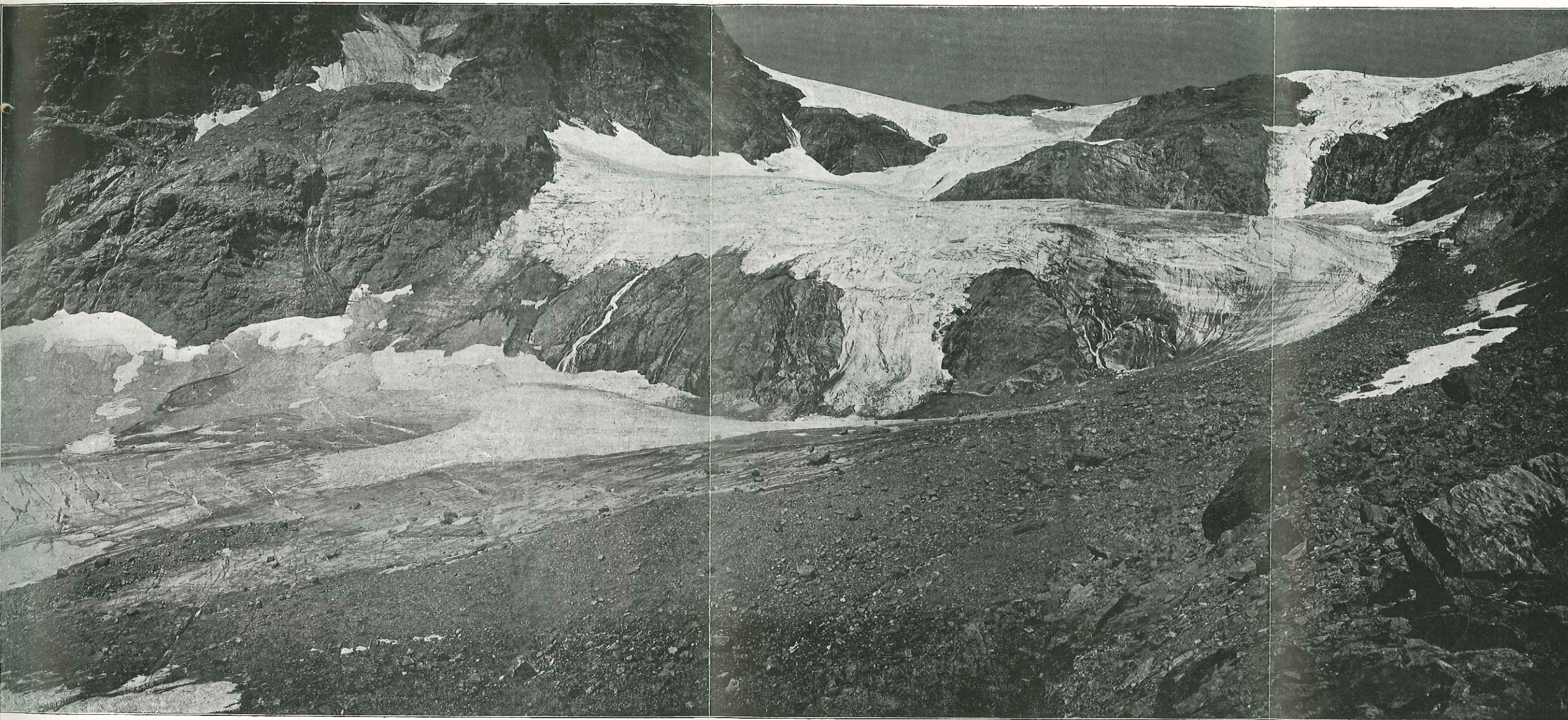


Glacier de Sarennes, vu du Sommet de Sarennes.

PANORAMA IV

Pic de la Pyramide

Plateau supérieur du glacier du G⁴ Sablat



Phot. Flusin

Glacier du Grand Sablat, vu de S. 17, sur la moraine latérale de la rive gauche.

PANORAMA V

Râteau des Rousses

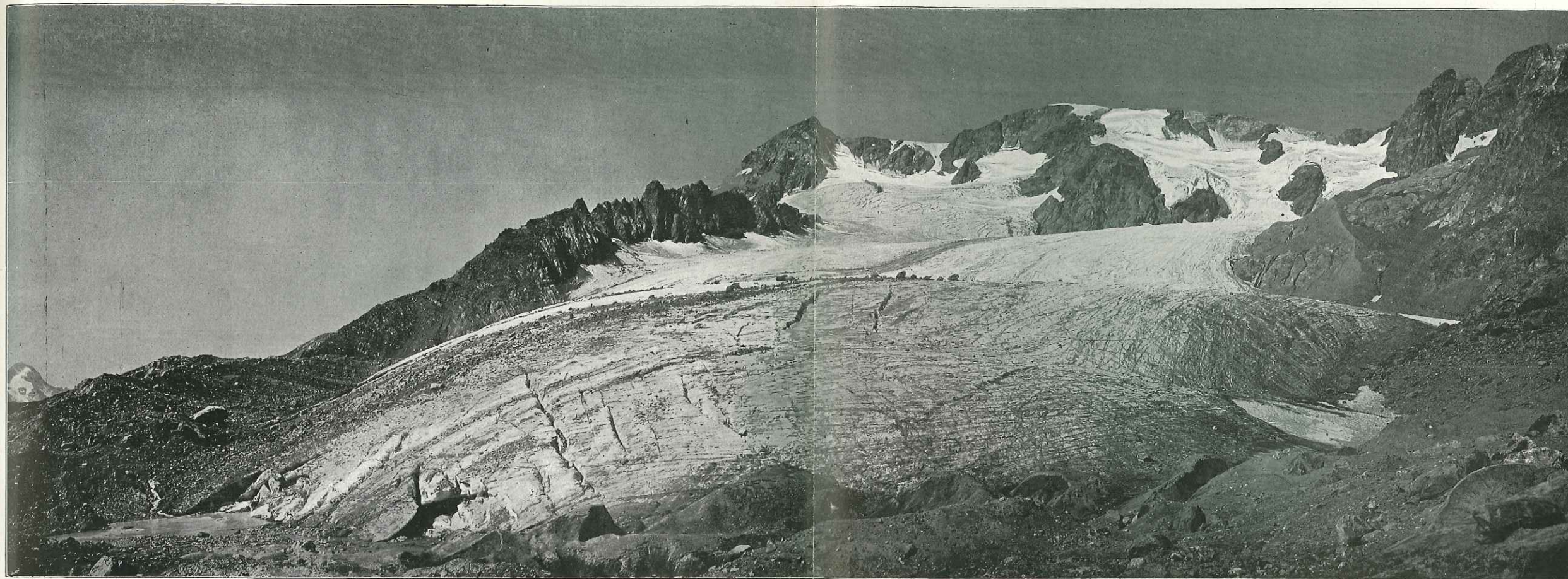
Mont Savoyat

Col du G^d Sablat

Pic Bayle

Brèche des G^{des} Rousses

Col des G^{des} Rousses



Phot. Flusin

Glacier des Quirlies et Bassin supérieur du glacier des Malatres, vus de S. 1, à l'ouest du front Nord des Quirlies.

PANORAMA VI

Cime
du G^a Sauvage

Pic
Bayle

Col
des Quirlies

Pic de
l'Etendard

Col de
la Barbarate

Cime Sud
de la Barbarate

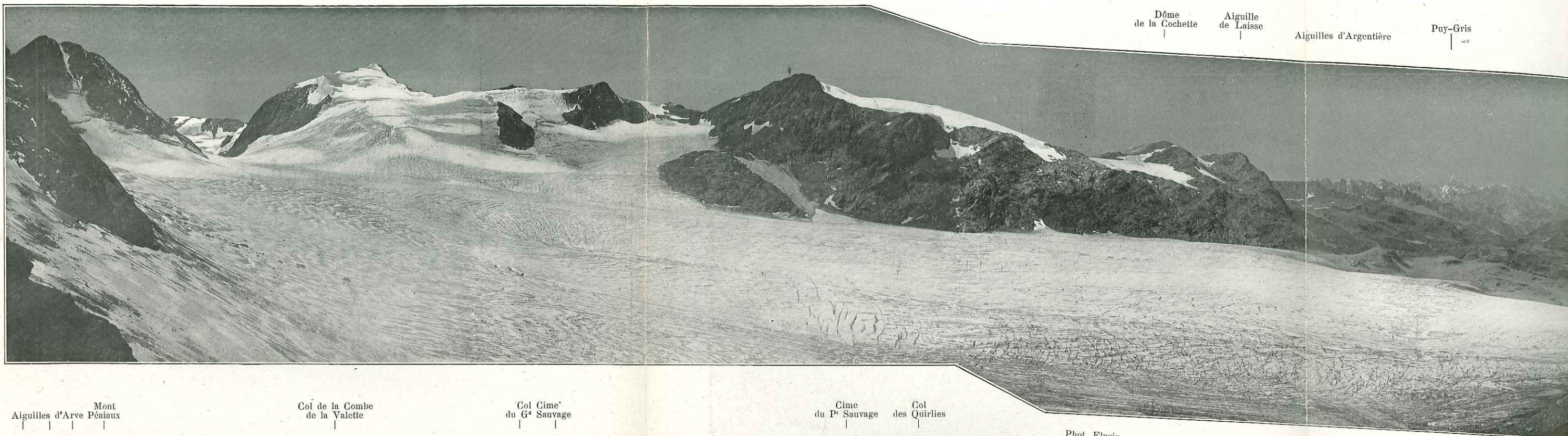
Cime Est
de la Cochette

Dôme
de la Cochette

Aiguille
de Laisse

Aiguilles d'Argentière

Puy-Gris



Aiguilles d'Arve

Mont
Péaiaux

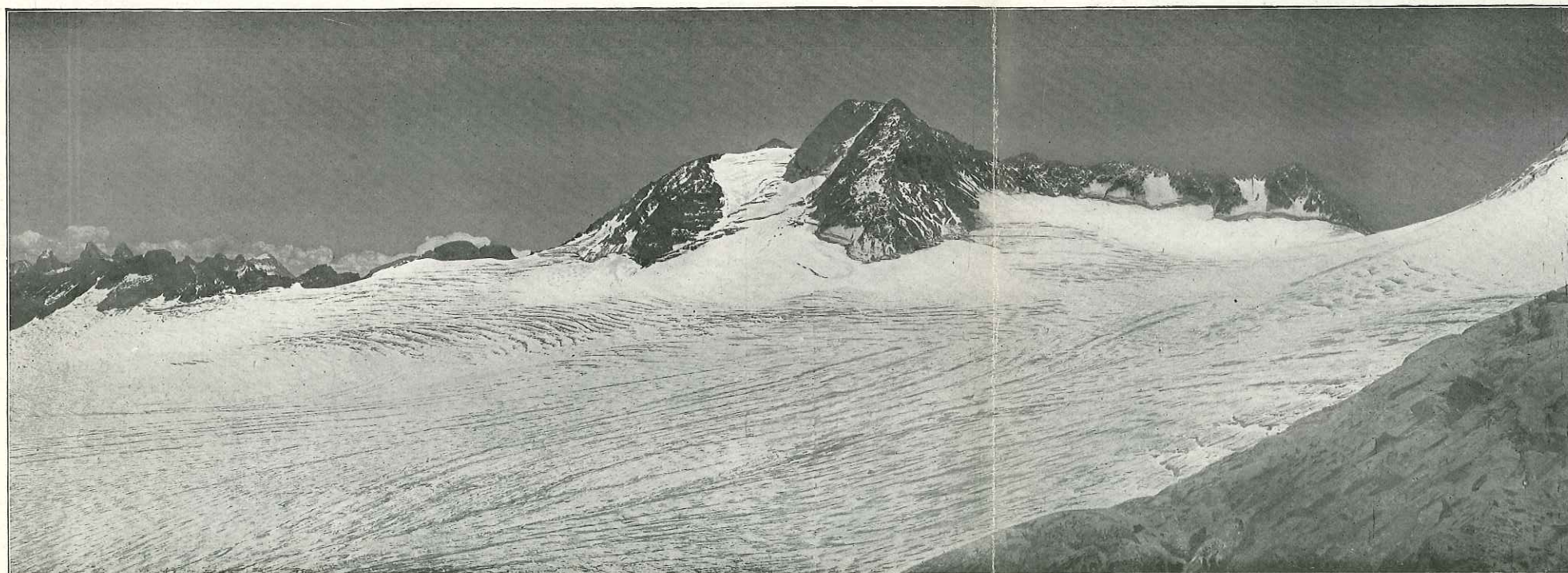
Col de la Combe
de la Valette

Col Cime
du G^a Sauvage

Cime
du P^a Sauvage

Col
des Quirlies

Phot. Flusin



Phot. Flusin

PANORAMA VIII

PANORAMA VII. — Glacier de S^t Sorlin, vu de S. 10, sur la rive droite du glacier,

PANORAMA VIII. — Glacier de S^t Sorlin et Chaînon du Sauvage, vus de S. 9, sur
Est de la Cochette.

Pic de
l'Etendard

Col de
la Barbarate

Cime Sud
de la Barbarate

Cime Est
de la Cochette

Dôme
de la Cochette

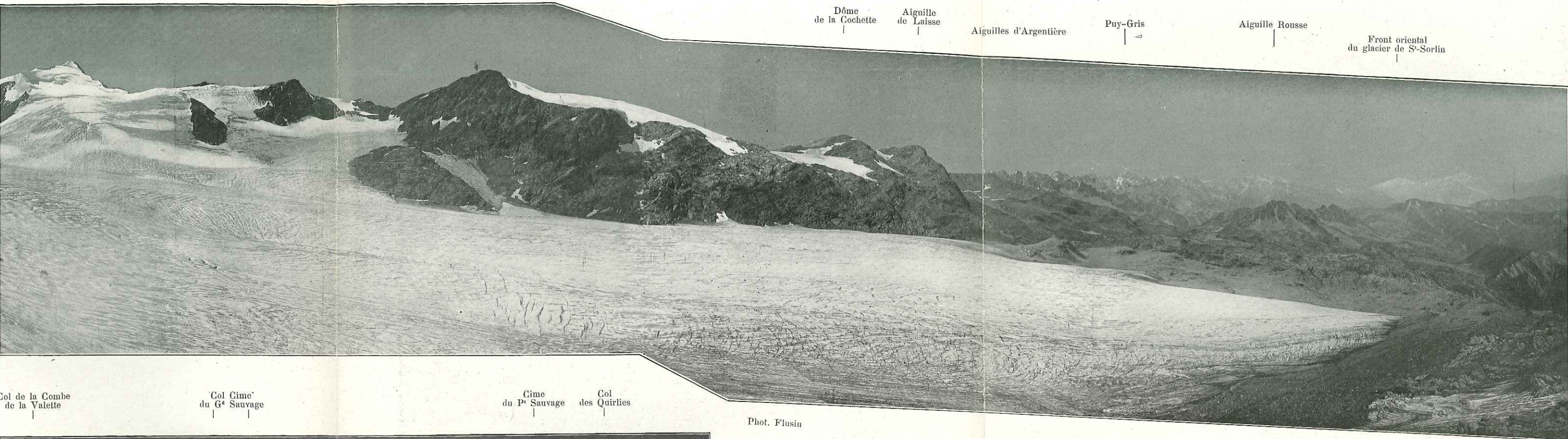
Aiguille
de Laisse

Aiguilles d'Argentière

Puy-Gris

Aiguille Rousse

Front oriental
du glacier de S^t-Sorlin



Phot. Flusin

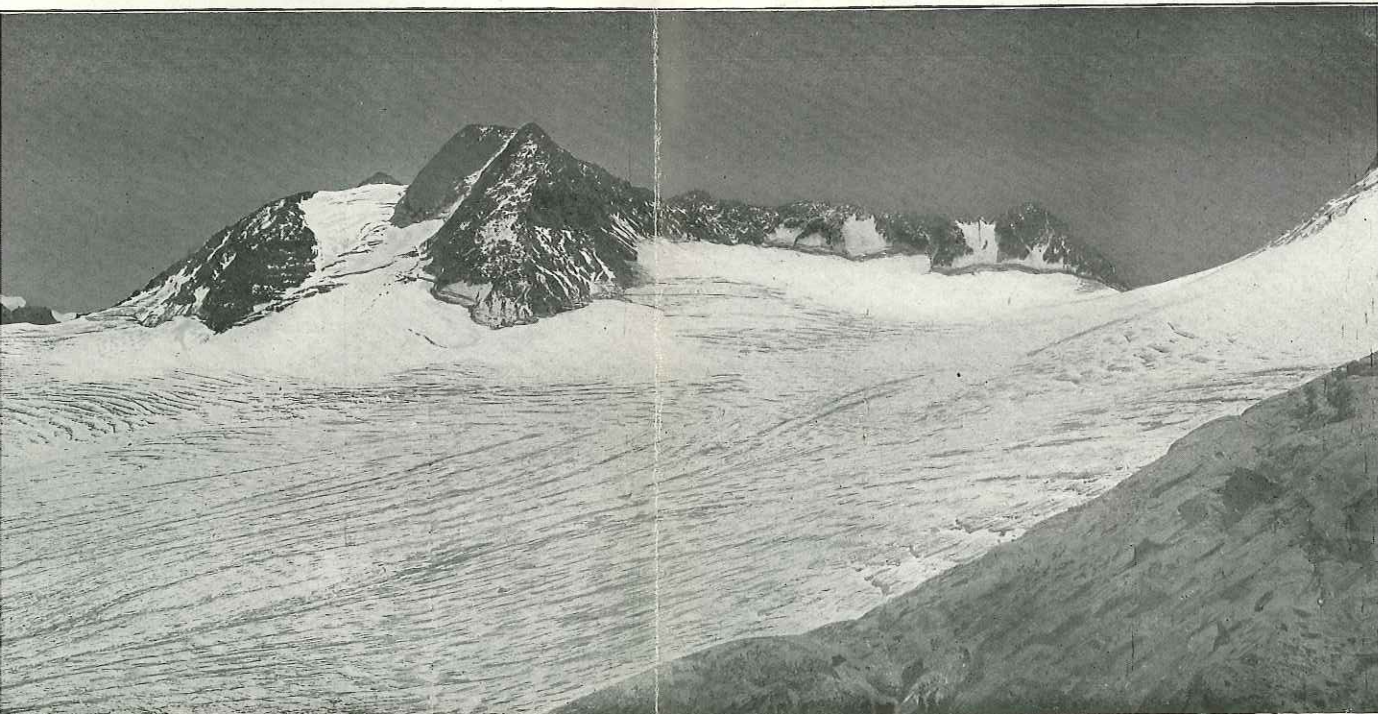
PANORAMA VII

Col de la Combe
de la Valette

Col Cime
du G^d Sauvage

Cime
du P^t Sauvage

Col
des Quirles



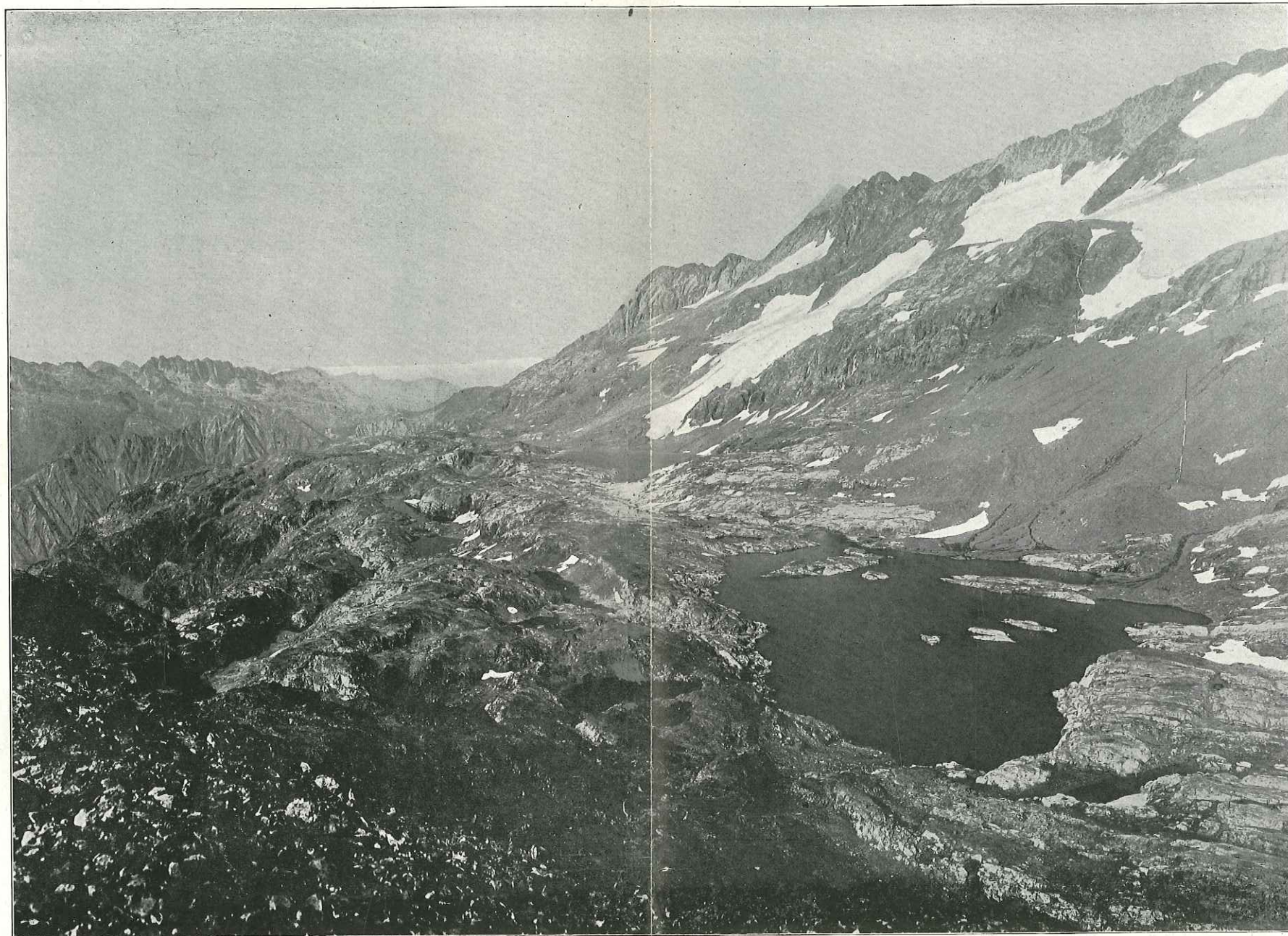
PANORAMA VIII

PANORAMA VII. — Glacier de S^t Sorlin, vu de S. 10, sur la rive droite du glacier, au Nord du Mont Péaiaux.

PANORAMA VIII. — Glacier de S^t Sorlin et Chainon du Sauvage, vus de S. 9, sur la rive gauche du glacier, au S.-E. de la Cime Est de la Cochette.

Aiguillettes Col du Couard

Cimes de la Barbarate Pic de l'Etendard



Phot. Flusin

Lac de la Fare

Lac du Milieu

PANORAMA IX

Versant occidental du massif des Grandes Rousses et Plateau des Petites Rousses, vus du Signal des Petites Rousses.